



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 3 Yıl-Year: 2020



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGISİ

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.  
ismail.akyol@ankara.edu.tr

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

### İngilizce Editörü/English Editor

Prof.Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ  
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 OSMANIYE

Prof. Dr. Fikri BALTA  
Ordu Üniv. ORDU

Larisa CAISIN  
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

Dr. Öğr.Üye Mustafa KÜSEK  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.

Doç.Dr. Murat KÜTÜK  
Gaziantep Üniv. GAZİANTEP

Prof. Dr. Ramazan MERAL,  
Bingöl Üniv. BİNGÖL

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

Alisa PİRLOG  
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 Vicosa, BRAZIL



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### İÇİNDEKİLER

#### ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE

- Kahramanmaraş'ta Bağcılığın Mevcut Durumu, Potansiyeli ve Geliştirilmesi**  
Current Situation, Potential and Development of Viticulture in Kahramanmaraş 554-560  
İsmail GÜVENÇ
- Asma Anacı Çeliklerinde Kök Oluşum Yoğunluğu Yerlerinin Saptanması**  
Determination of Root Formation Density Places on Rootstock Cuttings 561-567  
İsmail YENİLMEZ, Fatime CAN, Salih ÇELİK
- Bitki Yaşı ve Hasat Zamanının Kuşkonmaz Verimi ve Sürgün Kalitesi Üzerine Etkileri**  
The Effects of Plant Age and Harvest Time on Asparagus Yield and Quality 568-576  
Şebnem KÖKLÜ, Sevda DOLUNBAY, Gökçen YAKUPOĞLU, Aygül KARACA, Abdullah HAVAN, Ahmet KORKMAZ
- Assessment of Genetic Diversity in Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Genotypes Using Morphological Characters and AFLP Analysis**  
Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Genotiplerinin Morfolojik Karakterler ve AFLP Analizi ile Genetik Çeşitliliğinin Değerlendirilmesi 577-585  
Yaşar KARAKURT, Damla GÜVERCİN, Sercan ÖNDER, Özgür İŞLER
- Determination of Antioxidant and Oxidant Potentials of *Pleurotus citrinopileatus* Mushroom Cultivated on Various Substrates**  
Farklı Yetiştirme Ortamlarında Üretilen *Pleurotus citrinopileatus* Mantarının Antioksidan ve Oksidan Potansiyelinin Belirlenmesi 586-591  
Ayşenur GÜRGEN, Mustafa SEVİNDİK, Sibel YILDIZ, Hasan AKGÜL
- Antioxidant Potential and Element Contents of Wild Edible Mushroom *Suillus granulatus***  
Yabani Yenilebilir Mantar *Suillus granulatus*'un Antioksidan Potansiyeli ve Element İçerikleri 592-595  
Waseem MUSHTAQ, Hayri BABA, İlgaz AKATA, Dr. Mustafa SEVİNDİK
- Bryoperdon*, A New Gasteromycete Genus Record for Turkey**  
*Bryoperdon*, Türkiye İçin Yeni Bir Gasteromiset Cins Kaydı 596-599  
Abdullah KAYA, Yasin UZUN
- Morphological and Molecular Phylogeny of *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. (subgenus *Phlegmacium* sect. *Calochroi*) Collected from Tokat Region**  
Tokat Yöresinden Toplanan *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. (subgenus *Phlegmacium* sect. *Calochroi*) Türünün Morfolojik ve Moleküler Filogenisi 600-605  
Meryem ŞENGÜL, Hakan IŞIK, İbrahim TÜRKEKUL
- A New Genus Record for the Flora of Turkey: *Reynoutria* (Polygonaceae)**  
Türkiye Florası için Yeni Bir Cins Kaydı : *Reynoutria* (Polygonaceae) 606-610  
Fergan KARAER, Salih TERZİOĞLU, Hamdi Güray KUTBAY
- Van İlinin Çaldıran İlçesinde Yetişen Bazı Tıbbi Bitkilerin Toplam Fenolik ve Flavonoid Madde Miktarlarının Belirlenmesi**  
Determination of Total Phenolic and Flavonoid Contents of Some Medicinal Plants Growing in Çaldıran Province of Van 611-616  
Deniz İRTEM KARTAL, Neşe ERAY, Fazlı ÖZTÜRK



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Fatty Acid Composition, Vitamin A, and Vitamin E Content of *Sphaerophysa kotschyana***  
*Sphaerophysa kotschyana* Bitkisinin Yağ Asidi Kompozisyonu, A Vitamini ve E Vitamini İçeriği  
Abdussamat GÜZEL, Mahfuz ELMASTAŞ 617-620
- Effect of Some Pesticides and Wood Vinegar on Soil Nematodes in a Wheat Agro-Ecosystem**  
Bazı Pestisitler ve Odun Sirkesinin Buğday Agro-Ekosistemindeki Toprak Nematodlarına Etkileri  
İbrahim KOÇ, Şenol YILDIZ, Erdal Necip YARDIM 621-633
- Overexpression of cytochrome P450 CYP6CM1 gene in *Bemisia tabaci* (Gennadius) in the cotton fields of the Çukurova Region, Turkey**  
Çukurova bölgesi pamuk alanlarında *Bemisia tabaci* (Gennadius)'de aşırı düzeyde sitokrom P450 CYP6CM1 gen ekspresyonu  
Selçuk ULUSOY 634-640
- Diyarbakır İlinde Yetişen Badem Ağaçlarından Endofit ve Epifit Bakteri Türlerinin İzolasyonu ve Bitki Gelişimini Teşvik Eden Mekanizmalarının Karakterizasyonu**  
Prevalence and Characterization of Plant Growth Promoting Mechanisms of Endophytic and Epiphytic Bacterial Species Isolated from Almond Trees Growing Diyarbakır Districts of Turkey  
Z. Ceren AKTAN, Soner SOYLU 641-654
- Arazi Topulaştırma Projelerinin Tarımsal Mekanizasyon İşletmeciliğine Etkisi**  
The Effect of Land Consolidation Projects on Agricultural Mechanization Management  
Hamza KUZU, Hasan DEĞİRMENÇİ 655-662
- Kanola Yağı İçeren Yemlerle Beslenen Avrupa Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax* L.)'nin Sindirim Kanalı Boşaltım Süresinin Belirlenmesi**  
Determination of Gastric Evacuation Time for European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) with Feeds Containing Canola Oil  
Hatice Asuman YILMAZ 663-670
- Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği Üyesi İşletmelerin Gıda Güvenliği Kriterlerine Uyum Düzeyi: Menemen İlçesi Örneği**  
Level of Compliance with Food Safety Criteria of the Dairy Farms which are Members of Cattle Breeders Association: The Case of Menemen District  
Nevin DEMİRBAŞ 671-677
- The Role of Social Capital in the Formation of Entrepreneurship Skills on Agricultural Farms**  
Tarım İşletmelerinde Girişimci Becerilerinin Oluşmasında Sosyal Sermayenin Rolü  
Kemalettin AĞIZAN, Zeki BAYRAMOĞLU 678-686
- Comparative Analysis of Agronomic Traits and ISSR Method among Some Soybeans [*Glycine Max* (L.) Merr.] Genotypes**  
Bazı Soya Fasulyesi [*Glycine Max* (L.) Merr.] Genotipleri Arasında Agronomik Özelliklerin ve ISSR Yönteminin Karşılaştırmalı Analizi  
Emine ARSLAN, Elif GÜLBAHÇE MUTLU, Ömer DURSUN, Seydi Ahmet BAĞCI 687-696
- Bursa-Gemlik Ekolojik Koşullarında Farklı Fosfor Dozlarının Azkan Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşidinin Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisi**  
The Effect of Different Phosphorus Doses on The Yield and Yield Components of Azkan Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Variety in Bursa - Gemlik Ecological Conditions  
Okan KULAÇ, Numan BİLDİRİCİ 697-704



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Bazı Kavuzsuz Arpaların (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi  
Determination of Yield and Some Quality Characteristics of Different Hulless Barley Genotypes (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.)  
Soner YÜKSEL, Saime ÜNVER 705-712
- Yağışa Dayalı Koşullarda Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.) Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi  
Assesment of Yield and Quality Traits of Some Bread Wheat Varieties (*Triticum aestivum* L.) under Rainfed Conditions  
Seydi AYDOĞAN, Mehmet ŞAHİN, Aysun GÖÇMEN AKÇACIK, Berat DEMİR, Telat YILDIRIM, Sümeyra HAMZAOĞLU 713-721
- Gaziantep İli Nizip İlçesi Antepfıstığı Ağaçlarının Yaprak ve Toprak Örnekleri ile Beslenme Durumunun Belirlenmesi  
Determination of Nutrition Status of Leaf and Soil Samples of Pistachio (*Pistacia vera* l.) Trees in Nizip District of Gaziantep  
Tuğba BOZGEYİK, Kerim Mesut ÇİMRİN 722-732
- Trakya Bölgesi'nde Farklı Bitkiler Yetiştirilen Arazilerde Toprak ve Hava Mikrofungusları Üzerine Bir Araştırma  
A Research on Soil and Air Microfungi in Agricultural Areas Growing Different Plants in Thrace Region  
Halide AYDOĞDU, Meltem ÇAKMAK 733-739
- Çataldağ (Balıkesir-Susurluk) Çevresinin Carabidae, Staphylinidae, Elateridae, Cleridae, Cerambycidae ve Chrysomelidae (Coleoptera) Faunası Üzerine Çalışmalar  
Faunistic Studies on Carabidae, Staphylinidae, Elateridae, Cleridae, Cerambycidae and Chrysomelidae (Coleoptera) Families of Çataldağ (Balıkesir-Susurluk) Province, Western Turkey  
Sakin Vural VARLI, Hakan SÜRGÜT, Aylin TÜVEN, Nicklas JANSSON 740-747
- Aedeagus Structure of *Cassida prasina* Illiger, 1798 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) in Scanning Electrone Microscope (SEM)  
Taramalı Elektron Mikroskopunda (SEM) *Cassida prasina* Illiger, 1798 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) 'nın Aedeagus Yapısı  
Neslihan BAL, Hüseyin ÖZDİKMEN 748-753
- Nutritional Enrichment of Apple Pomace by Fungal Fermentations  
Fungal Fermantasyonu ile Elma Posasının Besin Madde İçeriğinin Zenginleştirilmesi  
Ramazan TOSUN, Sulhattin YAŞAR 754-761
- Expression Profiles of Inflammation-related MicroRNAs in *Mycoplasma bovis* Infected Milk of Holstein-Friesian and Doğu Anadolu Kırmızısı Cows  
Siyah Alaca ve Doğu Anadolu Kırmızısı Irkına Ait Sığırların *Mycoplasma bovis* ile Enfekte Sütlerinden Köken Alan Eksozomlardaki Yangı İle İlişkili miRNA'ların Ekpresyon Profili  
Selçuk ÖZDEMİR 762-771
- Kuzularda Yetiştirme Tipinin Regresyon Ağacı Algoritmaları Tahmin Performansına Etkisi  
The Effects of Raising Type on Performances of Some Data Mining Algorithms in Lambs  
Adile TATLIYER 772-780
- Gerze Tavuğu ve Bazı Saf Hat Genotiplerinde Majör Doku Uyumluluğu Gen Kompleksi Polimorfizmi  
Major Histocompatibility Gene Complex Polymorphism in Gerze Chicken and Some Pure Line Genotypes  
Derya EKİNCİ, Levent MERCAN 781-787



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### HAKEMLER/Referees\*

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Doç.Dr. Sefa ACARLI               | ÇOMÜ Deniz Bilimleri ve Tek. Fak. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Böl. Çanakkale      |
| Doç.Dr. Funda Eryılmaz AÇIKGÖZ    | Tekirdağ NKÜ Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl, Tekirdağ                            |
| Prof. Dr. Aydın ADİLOGLU          | Tekirdağ NKÜ Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Tekirdağ             |
| Prof.Dr. Zahid Tevfik AĞAOĞLU     | Sivas Cumhuriyet Üniv. Veteriner Fak. Klinik Bilimler Böl. Sivas                  |
| Prof.Dr. Cuma AKBAY               | KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş                                |
| Prof. Dr. Cuma AKINCI             | Dicle Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Diyarbakır                           |
| Prof. Dr. Fikret AKINERDEM        | Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Konya                               |
| Doç.Dr. Şerife Tülin AKKAYA ASLAN | Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Müh. Böl. Konya                         |
| Prof. Dr. Mevlüt AKTAŞ            | İskenderun Teknik Üniv. Deniz Bil. ve Tek. Fak. Su Ürünleri Yet. Böl. İskenderun  |
| Prof.Dr. Bilal AKYÜZ              | Erciyes Üniv. Veteriner Fak. Zootekni ve Hayvan Besleme Böl. Kayseri              |
| Doç.Dr. Osman ALACAHAN            | Sivas Cumhuriyet Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Sivas                      |
| Dr. Öğr. Üyesi Özlem ALAN         | Ege Üniv. Ödemiş MYO Bitkisel Ve Hayvansal Üretim Böl. İzmir                      |
| Prof. Dr. İrfan ALBAYRAK          | Selçuk Üniv. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Konya                                |
| Prof.Dr. Ferhat ALTUNSOY          | Eskişehir Teknik Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Eskişehir                           |
| Doç.Dr. Özlem ALTUNTAŞ            | Malatya Turgut Özal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Malatya                |
| Prof.Dr. Ebru Gül ASLAN           | Süleyman Demirel Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Isparta                    |
| Prof.Dr. M Murat ASLAN            | KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş                                   |
| Doç.Dr. Barış Bülent AŞIK         | Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil ve Bitki Bes. Böl. Bursa                |
| Doç.Dr. Barış Bülent AŞIK         | Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil ve Bitki Bes. Böl. Bursa                |
| Dr. Öğr. Üyesi Ali İhsan ATALAY   | Iğdır Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Iğdır                                       |
| Prof.Dr. Mustafa ATASEVER         | Atatürk Üniv. Veteriner Fak. Besin-Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Böl. Erzurum       |
| Dr. Öğr. Üyesi Funda ATİLA        | Kırşehir Ahi Evran Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kırşehir                |
| Prof.Dr. Atılğan ATILGAN          | Isparta Uygulamalı Bil. Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl Isparta  |
| Doç.Dr. Tugay AYAŞAN              | Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadirli Uygulamalı Bilimler YO Osmaniye                 |
| Doç.Dr. Tugay AYAŞAN              | Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadirli Uygulamalı Bilimler YO Osmaniye                 |
| Doç.Dr. Tugay AYAŞAN              | Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadirli Uygulamalı Bilimler YO Osmaniye                 |
| Doç.Dr. Tugay AYAŞAN              | Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadirli Uygulamalı Bilimler YO Osmaniye                 |
| Doç.Dr. İbrahim AYTEKİN           | Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Konya                                      |
| Dr. Öğr. Üyesi Nazan BALBABA      | KSÜ Türkoğlu MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Kahramanmaraş                  |
| Dr. Öğr. Üyesi Nazan BALBABA      | KSÜ Türkoğlu MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Kahramanmaraş                  |
| Doç.Dr. Korkmaz BELLİTÜRK         | Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Besleme Böl. Tekirdağ |
| Prof.Dr. Abdülbaki BİLGİÇ         | Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Erzurum                            |
| Doç.Dr. Mustafa BOĞA              | Niğde Ömer Halisdemir Üniv. Bor MYO Niğde   |
| Prof.Dr. Mehmet BOZOĞLU           | Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Samsun                       |
| Prof.Dr. Ş Canan BÖLÜKBAŞI AKTAŞ  | Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Erzurum                                   |
| Prof.Dr. Nihal BUZKAN             | KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş                                   |
| Prof.Dr. Hakan M BÜYÜKÇAPAR       | KSÜ Ziraat Fak. Su Ürünleri Böl. Kahramanmaraş                                    |
| Prof.Dr. Hakan M BÜYÜKÇAPAR       | KSÜ Ziraat Fak. Su Ürünleri Böl. Kahramanmaraş                                    |

\* Soyada göre sıralanmıştır.



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Prof.Dr. Mustafa Y CANBOLAT  
Doç.Dr. Önder CANBOLAT  
Prof.Dr. Ali COŞKAN  
Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin CÖMERTPAY  
Dr. Öğr. Üyesi Cüneyt ÇAĞLAYAN  
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ÇALIŞLAR  
Prof.Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ  
Doç.Dr. Fatih ÇIĞ  
Prof.Dr. Veli Yılğör ÇIRAK  
Prof.Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ  
Prof.Dr. Süleyman ÇİLEK  
Prof.Dr. Sebahattin ÇÜRÜK  
Dr. Öğr. Üyesi Alihan ÇOKKIZGIN  
Doç.Dr. Metin DAĞTEKİN  
Prof.Dr. Hasan DEĞİRMENCİ  
Prof.Dr. Nevin DEMİRBAŞ  
Prof.Dr. İbrahim DEMİRTAS  
Prof.Dr. Tevrican DOKUYUCU  
Doç.Dr. Ziya DUMLUPINAR  
Prof.Dr. Hünkar Avni DUYAR  
Prof.Dr. Ercan EFE  
Prof.Dr. M Sait EKİNCİ  
Prof.Dr. Bülent EKİZ  
Prof.Dr. Mahfuz ELMASTAS  
Dr. Öğr. Üyesi Erkan EREN  
Prof.Dr. Ramazan ERENLER  
Prof.Dr. Ali ERKİLİÇ  
Prof.Dr. Filiz ERTUNÇ  
Dr. Öğr. Üyesi Bengü EVEREST  
Prof.Dr. Hüseyin GÖÇMEN  
Prof.Dr. Zeliha GÖKBAYRAK  
Dr. Öğr. Üyesi Serdar GÖZÜTOK  
Doç.Dr. Adem GÜNEŞ  
Prof.Dr. Ergin HAMZAOĞLU  
Doç.Dr. Erdem HIZAL  
Prof.Dr. Emine İKİKAT TÜMER  
Prof.Dr. Emine İKİKAT TÜMER  
Prof.Dr. Ali ILBAS  
Prof.Dr. Necmi İŞLER  
Prof.Dr. Ahmet İLÇİM
- Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Erzurum  
Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Bursa  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. Bitki Bes. Böl. Isparta  
KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş  
Bingöl Üniv. Veteriner Fak. Temel Bilimler Böl. Bingöl  
KSÜ Ziraat Fak. Zootečni Böl. Kahramanmaraş  
KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş  
Siirt Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Siirt  
Bursa Uludağ Üniv. Veteriner Fak. Klinik Öncesi Bilimleri Böl. Bursa  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniv. Ziraat ve Doğa Bil. Fak. Tarla Bitkileri Böl. Bolu  
Kırıkkale Üniv. Veteriner Fak. Zootečni e Hayvan Besleme Böl. Kırıkkale  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Hatay  
Gaziantep Üniv. Nurdağı MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Gaziantep  
Çukurova Üniv. Ceyhan MYO Makine ve Metal Teknolojileri Böl. Ceyhan-Adana  
KSÜ Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş  
Ege Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. İzmir  
İğdır Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyokimya Böl. İğdır  
KSÜ Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kahramanmaraş  
KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş  
Sinop Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Böl. Sinop  
KSÜ Ziraat Fak. Zootečni Böl. Kahramanmaraş  
KSÜ Ziraat Fak. Zootečni Böl. Kahramanmaraş  
İstanbul Üniv. Cerrahpaşa Veteriner Fak. Zootečni ve Hayvan Bes. Böl. İstanbul  
Sağlık Bilimleri Üniv. Hamidiye Eczacılık Fak. Temel Eczacılık Bil. Böl. İstanbul  
Ege Üniv. Bergama MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. İzmir  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Kimya Böl. Tokat  
Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana  
Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Ankara  
ÇOMÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Çanakkale  
Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Antalya  
ÇOMÜ Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Çanakkale  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniv. Ziraat ve Doğa Bil. Fak. Bolu  
Erciyes Üniv. Seyrani Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Kayseri  
Gazi Üniv. Gazi Eğitim Fak. Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Böl. Ankara  
İstanbul Üniv. Cerrahpaşa Orman Fak. Orman Mühendisliği Böl. İstanbul  
KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş  
KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş  
Erciyes Üniv. Seyrani Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kayseri  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Hatay  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Hatay





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Dr. Öğr. Üyesi Murat İNAL  
Prof.Dr. Fatih Mehmet KANDEMİR  
Prof.Dr. Şevket Metin KARA  
Prof.Dr. Ahmet KARATAŞ  
Prof.Dr. Bahri KARLI  
Prof.Dr. Mahmut KESKİN  
Prof.Dr. Mehmet KIR  
Prof.Dr. Sevda KIRBAG  
Prof.Dr. Sevda KIRBAG  
Prof.Dr. Nuray KIZILASLAN  
Doç.Dr. Beyhan KİBAR  
Doç.Dr. İlknur KORKUTAL  
Prof.Dr. Mehmet KOYUNCU  
Prof.Dr. Birhan KUNTER  
Prof.Dr. Yasemin KUŞLU  
Doç.Dr. Mustafa KÜSEK  
Doç.Dr. Aynur LÖK  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MAMAY  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MAMAY  
Dr. Öğr. Üyesi Burcu MESTAV  
Prof.Dr. Nedim MUTLU  
Prof.Dr. Hikmet ORHAN  
Prof.Dr. Gülsüm ÖKSÜZTEPE  
Prof.Dr. Hasan ÖNDER  
Prof.Dr. İrfan ÖZBERK  
Prof.Dr. M Revan ÖZKALE ATICIOĞLU  
Doç.Dr. Çağrı Özgür ÖZKAN  
Dr. Öğr. Üyesi Selçuk ÖZDEMİR  
Prof.Dr. Celaleddin ÖZTÜRK  
Prof.Dr. Aysun PEKŞEN  
Prof.Dr. Alisa PİRLOG  
Prof.Dr. Zehra SARIÇİÇEK  
Prof.Dr. Serdar SATAR  
Doç.Dr. Sait Muharrem SAY  
Doç.Dr. Faruk SELÇUK  
Prof.Dr. Tamer SERMENLİ  
Prof.Dr. Tamer SERMENLİ  
Dr. Öğr. Üyesi Sertan SESVEREN  
Doç.Dr. İsmail SEZER  
Prof.Dr. Soner SOYLU
- Kırıkkale Üniv. Mühendislik Fak. Biyomühendislik Böl. Kırıkkale  
Atatürk Üniv. Veteriner Fak. Veteriner Hekimliği Temel Bilimleri Böl. Erzurum  
Ordu Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Ordu  
Niğde Ömer Halisdemir Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Niğde  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Isparta  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Hatay  
Muğla Sıtkı Koçman Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Böl. Muğla  
Fırat Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Elazığ  
Fırat Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Elazığ  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Tokat  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniv. Ziraat ve Doğa Bil. Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bolu  
Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Tekirdağ  
Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Bursa  
Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Ankara  
Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl. Erzurum  
KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş  
Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Böl. İzmir  
Harran Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Şanlıurfa  
Harran Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Şanlıurfa  
ÇOMU Fen ve Edebiyat Fak. İstatistik Böl. Çanakkale  
Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Antalya  
Süleyman Demirel Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Isparta  
Fırat Üniv. Veteriner Fak. Gıda Hijyeni Ve Teknolojisi Böl. Elazığ  
Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Samsun  
Harran Üniv./Ziraat Fak./Tarla Bitkileri Böl. Şanlıurfa  
Çukurova Üniv. Fen-Edebiyat Fak. İstatistik Böl. Adana  
KSÜ Gökşun MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Gökşun-Kahramanmaraş  
Atatürk Üniv. Veteriner Fak. Zootečni ve Hayvan Besleme Böl. Erzurum  
Selçuk Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Konya  
Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Samsun  
The State Agrarian University of Moldova, MOLDOVA  
Ankara Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Ankara  
Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana  
Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makineleri ve Teknolojileri Müh.Böl. Adana  
Ahi Evran Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Kırşehir  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Altınöz Tarım Bilimleri MYO Hatay  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Altınöz Tarım Bilimleri MYO Hatay  
KSÜ Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş  
Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Samsun  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Hatay



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Prof.Dr. İ Alper SUSURLUK            | Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bursa                               |
| 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                          |
| Prof.Dr. Nazım ŞEKEROĞLU             | Kilis 7 Aralık Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kilis                          |
| Prof.Dr. Mustafa ŞENGÜL              | Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Erzurum                             |
| Doç.Dr. Ayhan ŞENKARDEŞLER           | Ege Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. İzmir   |
| Doç.Dr. Ümit ŞİRİN                   | Eskişehir Osmangazi Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Eskişehir                  |
| Prof.Dr.Süleyman TABAN               | Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Ankara                  |
| Prof.Dr. Turğay TAŞKIN               | Ege Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. İzmir  |
| Prof.Dr. Pınar TATLI SEVEN           | Fırat Üniv. Veteriner Fak. Zootečni ve Hayvan Besleme Böl. Elazığ                    |
| Doç.Dr. Cemil TÖLÜ                   | Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Çanakkale                     |
| Dr. Öğr. Üyesi Sinem TUNÇER GURBANOV | Bilecik Şeyh Edebali Üniv. Sağlık Hizmetleri MYO Bilecik                             |
| Prof.Dr. Murat TUNÇTÜRK              | Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Van                           |
| Prof.Dr. Sezai TÜRKEL                | Bursa Uludağ Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Bursa        |
| Prof.Dr. Yüksel TÜZEL                | Ege Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. İzmir                                     |
| Prof.Dr. Gökhan UNAKITAN             | Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Tekirdağ                 |
| Prof.Dr. Veli UYGUR                  | Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Bes. Böl. Isparta |
| Prof.Dr. Salih ÜLGER                 | Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Antalya                               |
| Prof.Dr. Levent ÜNLÜ                 | Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Konya                                     |
| Dr. Öğr. Üyesi Gökçen YAKUPOĞLU      | Yozgat Bozok Üniv. Boğazlıyan MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Yozgat           |
| Prof.Dr. Sulhaddin YAŞAR             | Karamanoğlu Mehmetbey Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Karaman          |
| Dr. Öğr. Üyesi Ferit Can YAZDIÇ      | Munzur Üniv. Pertek Sakine Genç MYO Veterinerlik Böl. Tunceli                        |
| Prof.Dr. Erol YILDIRIM               | Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Erzurum                                  |
| Doç.Dr. Mustafa YILDIRIM             | KSÜ Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kahramanmaraş                                   |
| Prof.Dr Ayhan YILDIZ                 | Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Aydın                       |
| Prof.Dr. Onur YILMAZ                 | Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Aydın                                 |
| Dr. Öğr. Üyesi Tarkan YORULMAZ       | Çankırı Karatekin Üniv. Yapraklı MYO Ormancılık Böl. Çankırı                         |

## Kahramanmaraş'ta Bağcılığın Mevcut Durumu, Potansiyeli ve Geliştirilmesi

İsmail GÜVENÇ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4686-9487>

✉: [guvencis46@gmail.com](mailto:guvencis46@gmail.com)

### ÖZET

Türkiye'de üzüm üretimi 4.0 milyon ton kadardır. Kahramanmaraş 80-90 bin ton üzüm üretim miktarı ile Türkiye'de üzüm üretiminde % 2.01'lik paya sahiptir. Türkiye'nin bağ alanları içinde Kahramanmaraş'ta bağcılık yapılan alanlarının payı % 3.75'dir. Türkiye ve Kahramanmaraş'ın bağ alanları ( $r=0,318$ ) ve üzüm üretimi ( $r=0,367$ ) arasında pozitif bir ilişki vardır. Kahramanmaraş'ta üretilen üzümün çekirdekli olarak % 74.08'ini sofralık ve % 25.50'ini ise kurutmalık üzüm çeşitleri oluşturmaktadır. Kahramanmaraş'ın vejetasyon süresi 280 gün kadar olup bu süre bağcılık için yeterlidir. Kahramanmaraş yıllık ortalama 16.9 °C civarında bir sıcaklığa sahip olup bu ortalama sıcaklık değerine göre ilin iklimi birçok üzüm çeşidinin yetiştiriciliğine uygundur. Herhangi bir yerde bağcılık yapılabilmesi için gerekli olan asgari etkili sıcaklık toplamı (EST) 900 gün-derece olup Kahramanmaraş için EST değeri 2.895 gün-derece olarak tespit edilmiştir. Öte yandan İlin güneşlenme süresi 2.144 saat olduğundan bağcılık için uygundur. Kahramanmaraş'ta yıllık ortalama yağış ve vejetasyon dönemindeki ortalama yağış miktarı sırasıyla 724.7 ve mm 359.6 mm'dir. Bu nedenle İldeki bağlar yetiştirme döneminde ihtiyaç durumu dikkate alınarak sulanmalıdır. Sonuç olarak İlin mevcut bağcılık durumu ve potansiyeli dikkate alındığında Kahramanmaraş'ta bağcılığın daha da geliştirilmesi mümkündür.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 23.08.2019

Kabul Tarihi : 14.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

Kahramanmaraş

Üzüm üretimi

Bağ alanı

Bağcılık

## Current Situation, Potential and Development of Viticulture in Kahramanmaraş

### ABSTRACT

Turkey's grape production is estimated to be 4.0 million tonnes. Kahramanmaraş has 2.01% share of Turkey with 80-90 thousand tons production and covers 3.75% of the vineyard area of Turkey. There is a positive correlation between vineyard areas ( $r = 0.318$ ) or grape production ( $r = 0.367$ ) of Turkey and Kahramanmaraş. The grape production of Kahramanmaraş consisted of table grapes (74.08%) and raisin (25.50%). The vegetation period of Kahramanmaraş is 280 days and it is sufficient for viticulture. Kahramanmaraş has an average annual temperature of 16.9 °C, which provide a suitable climate for the cultivation of many grape varieties. The effective temperature sum required for viticulture was determined as 2.895 day-degree. The sunshine duration for viticulture growing at any place is required to be 1300 hours during the vegetation period. Kahramanmaraş is suitable for viticulture growing considering that the sunshine duration of the province is 2.144 hours in the vegetation period. The rainfall of annual average and vegetation period was respectively 724.7 mm and 359.6 mm. Vineyards be irrigated as needed including in low rain time periods or in summers. As a result, it is possible to develop more viticulture in Kahramanmaraş by considering the current situation and potential of viticulture in the province.

### Research Article

#### Article History

Received : 23.08.2019

Accepted : 14.01.2020

#### Keywords

Kahramanmaraş

Grape production

Vineyard

Viticulture

## GİRİŞ

Kahramanmaraş'ta bağcılığın tarihçesi oldukça eski dönemlere kadar gitmektedir. Nitekim Kahramanmaraş Arkeoloji Müzesinde asmanın da yer aldığı birçok tarihi eser sergilenmektedir: Örneğin, MÖ. 900-800 yüzyıla ait elinde üzüm salkımı tutan bir erkek heykeli ile MS. 1-2. yüzyıla ait taban mozaiklerinde asma yaprak ve üzüm motifleri mevcuttur. Osmanlı Devleti'nde Maraş Tahrir Defteri'nde (MS 1563) günümüzde Kahramanmaraş'ın yer aldığı bu yörede asma kültürünün yaygın olduğu, ilin kuzeyde kesimlerine doğru, dağlık kısımlarda ve Elbistan tarafından azaldığı belirtilmiştir (Yinanç ve Elibüyük, 1988). Daha yakın zamandaki kaynaklarda da Kahramanmaraş'ta bağcılığın tarihçesinin eski olduğu bildirilmiştir. Nitekim Oraman; 1950'li yıllarda yayımı yapılan kitabında "Maraş Akdeniz mıntikasının en önemli üç üzümcü ilidir" bilgisine yer vermektedir (Oraman 1970, 1972). Ayrıca yazar tarafından yörede Mahrabaşı ve Kabarcık gibi üzüm çeşitlerinin yaygın yetiştirildiği de belirtilmiştir. Bu çeşitler günümüzde de bu ilde yaşayanlar tarafından sofralık veya şıralık olarak tüketilmektedir. Ayrıca, Kahramanmaraş'ta üretimi en fazla yapılan meyve türünün üzüm olduğu ve bağcılığın bu yörede gelişme potansiyelinin olduğu belirtilmiştir (Sütyemez ve Gündeşli, 2004)

Son yıllarda Türkiye bağ alanları 4.17 milyon da, üzüm üretimi ise 4.0-4.2 milyon ton kadardır. Üzüm üretimi bakımında dünya ülkeleri arasında Türkiye 5'inci sıradadır (Karabat, 2018). Türkiye'nin üzüm üretiminin yıllara göre az çok farklılık göstermekle birlikte %34.31'i sofralık-çekirdekli, %15.90'ı sofralık-çekirdeksiz, %11.62'i şaraplık, %8.64'ü kurutmalık-çekirdekli ve % 29,52'ini kurutmalık-çekirdeksiz üzümünden oluşmaktadır (Anonim, 2019a).

Ülkemizde bağcılığın önemli olduğu illerden biri de Kahramanmaraş'tır. Bu ilimizin bağcılıkta potansiyelini ve geliştirme imkanının var olup olmadığını ortaya konulması gerekir. Ülkemizde bağcılık üzerine yazılan eserlerde bazı iller için özel bilgilere yer verilmiş olmakla birlikte (Oraman 1970, 1972); Kahramanmaraş'ın bağcılık için iklim durumu yeterince irdelenmemiştir. Aynı şekilde sonraki yıllarda yazılan kaynaklarda da bu bilgiler bulunmamaktadır (Yıldırım ark., 2005; Uzun, 2015). Bunların yanında Kahramanmaraş bağcılığı yeterince incelenmemiştir.

Kahramanmaraş bağcılığında yerel pazarlara yönelik ve Mahrabaşı, Kabarcık ve Peygamber Üzümü gibi belirli çeşitlerin üretimine yer verilmektedir. Bunun yanında bağların dağlık ve kurak arazilerde tesis edilmesi, yetiştirme tekniklerindeki noksanlıklar, düşük girdi kullanımı önemli sorunlar arasındadır (Sabancı, 2009). Buna göre standart üzüm çeşitleri ile

yeni bağların kurulması ve modern bağcılığın yaygınlaştırılması gereklidir. Bu amaçla İlin mevcut durumu ve potansiyelini ortaya koyan sınırlı sayıda çalışma bulunduğundan; bu çalışmada Kahramanmaraş'ta bağcılığın tarihçesi, mevcut durumu ve potansiyeli ve geliştirme imkanları incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu'na (Anonim 2019a); Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne (Anonim, 2019b) ve Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü'ne (BÜGEM) (Anonim, 2013; Anonim, 2019c) ait bitkisel üretim ve iklim verilerinden yararlanılmıştır.

Bir yörede ilkbaharın son ve sonbaharın ilk donları arasında kalan süre vejetasyon süresi olarak kabul edilmektedir. Kahramanmaraş merkezde ortalama olarak ilkbaharın son donları 01-10 Mart ve Sonbaharın ilk donları ise 11-22 Aralık tarihinde gözlenmektedir (Güvenç, 2017; Anonim 2019b). Bu vejetasyon dönemindeki toplam güneşlenme süresi ve toplam yağış miktarı etkili sıcaklık toplamı değerleri (EST) Kahramanmaraş'a ait güneşlenme süresi, yağış ve ortalama sıcaklık gibi meteorolojik verilerden (ikincil) yararlanarak hesaplanmıştır. Etkili sıcaklık toplamı (EST) tomurcukların kabarmaya başladığı tarih ile üzümlerin olgunlaşma tarihi arasındaki dönemde 10°C'nin üzerindeki günlük ortalama sıcaklıkların toplanması ile elde edilen değerdir (Yıldırım ve ark., 2005; Uzun, 2015).

Yukarıda belirtilen kurum kayıtlarından elde edilen verilerden ihtiyaç duyulan hesaplamalar [Korelasyon (r), (%), Değişim Katsayısı (DK)] Microsoft Excel programıyla yapılmıştır. Bağımlı değişimdeki değişimin ne kadarının bağımsız değişimden açıklanabileceğini gösteren 'Belirlilik Katsayısı' (BK); korelasyon katsayısının karesi alınarak hesaplanmıştır. Ayrıca kullanılan istatistik serilerindeki değişkenlik değişim katsayısı (DK) ile belirlenmiştir (Yüzer ve ark., 2006).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Kahramanmaraş'ta bağcılığın mevcut durumu üretim miktarı ve alanı ile verimlilik durumu dikkate alınarak incelenmiştir.

### Üretim

Ülkemizde üzüm üretimi 2004 yılında 3.5 milyon ton iken 2018 yılında 400 bin ton kadar artarak 3.9 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye üzüm üretiminin % 37.8'i sofralık-çekirdekli, % 11.65'i kurutmalık-çekirdeksiz, % 11.79'u şaraplık ve % 39.25'i kurutmalık üzüm üretiminden oluşmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. 2004-2018 döneminde Türkiye’de toplam üzüm üretimi (ton).

Table 1. Grape production for Turkey in 2004- 2018 (tone).

| Yıllar<br>Years | Sofralık-<br>Çekirdekli<br>Table grapes<br>with seeds | Sofralık-<br>Çekirdeksiz<br>Table grapes<br>without seeds | Şaraplık<br>Üzümler<br>Wine grape | Kurutmalık-<br>Çekirdekli<br>Raisin with seeds | Kurutmalık-<br>Çekirdeksiz<br>Raisin without<br>seeds | Toplam**<br>Total |
|-----------------|---|---|-----------------------------------|--|---|-------------------|
| 2004            | 1.500.000   | 400.000   | 370.000                           | 350.000  | 880.000   | 3.500.000         |
| 2005            | 1.600.000   | 400.000   | 450.000                           | 400.000  | 1.000.000   | 3.850.000         |
| 2006            | 1.564.009   | 496.158   | 444.199                           | 370.764  | 1.124.933   | 4.000.063         |
| 2007            | 1.487.602   | 424.937   | 482.292                           | 335.010  | 882.940   | 3.612.781         |
| 2008            | 1.490.185   | 480.501   | 470.285                           | 321.142  | 1.156.329   | 3.918.442         |
| 2009            | 1.695.307   | 561.538   | 475.888                           | 402.094  | 1.129.893   | 4.264.720         |
| 2010            | 1.695.727   | 553.803   | 461.508                           | 431.326  | 1.112.636   | 4.255.000         |
| 2011            | 1.696.811   | 572.156   | 465.320                           | 435.756  | 1.126.308   | 4.296.351         |
| 2012            | 1.619.849   | 599.964   | 400.659                           | 417.521  | 1.196.312   | 4.234.305         |
| 2013            | 1.634.596   | 498.006   | 45.5229                           | 466.529  | 957.049   | 4.011.409         |
| 2014            | 1.580.585   | 586.164   | 445.127                           | 427.533  | 1.135.947   | 4.175.356         |
| 2015            | 1.305.491   | 586.419   | 423.527                           | 379.263  | 955.300   | 3.650.000         |
| 2016            | 1.380.120   | 610.484   | 472.534                           | 395.732  | 1.141.130   | 4.000.000         |
| 2017            | 1.441.000   | 668.000   | 488.000                           | 363.000  | 1.240.000   | 4.200.000         |
| 2018            | 1.487.201   | 458.061   | 463.647                           | 477.746  | 1.046.345   | 3.933.000         |
| (%)*            | <b>37.81</b>  | <b>11.65</b>  | <b>11.79</b>                      | <b>12.65</b>                                   | <b>26.60</b>  | <b>100.00</b>     |

Kaynak: Anonim 2019a,c (TUIK) veri tabanından yararlanarak hazırlanmıştır.

\*: 2018 yılında oransal dağılımı göstermektedir. \*\*: DK=%6.08.

Türkiye üzüm üretiminde Kahramanmaraş'ın payı %2.01 olup son yıllarda 80-85 bin ton kadardır. Kahramanmaraş üzüm üretiminde miktar olarak önemli üretici iller arasında 9. sırada yer almaktadır. Kahramanmaraş ili Türkiye’de çekirdekli sofralık ve kurutmalık üzüm üretimi ile ön plandadır. Nitekim bu üzüm gruplarında il payının sofralıkta %4.0 ve kurutmalıkta %6.0 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Kahramanmaraş'ta üretilen toplam üzümün %74.08'ini sofralık (çekirdekli) ve %25.50'ini kurutmalık (çekirdekli) üzümler meydana getirmekte olup il çekirdekli sofralık ve kuru üzüm üretiminde önemli bir merkezdir (Çizelge 2).

2004-2018 yılları arasında Kahramanmaraş ili üzüm üretim miktarları Çizelge 3'te verilmiştir. İlin üzüm üretiminde 2015 yılına kadar bir artışın olduğu bu yıldan sonra bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

İldeki toplam üzüm üretimi ile Türkiye'ninki arasında düşük düzeyde bir ilişkinin ( $r=0.367$ ) olduğu belirlenmiştir. Kahramanmaraş ve Türkiye üretimi arasında % 13.5 oranında bir etkileşim [belirlilik katsayısı ( $r^2$ )=0.135] vardır.

### Bağcılık Yapılan Alan

Türkiye ve Kahramanmaraş'ta bağcılık yapılan alanlardaki değişim Çizelge 4'de sunulmuştur. İlin bağ alanlarının Türkiye bağ alanları içindeki payı %3.50 civarındadır. Gerek ülkemizde ve gerekse ilde bağ alanları incelenen 2004-2018 döneminde azalan bir

seyir izlemektedir. Kahramanmaraş'ta 2004'de 269 bin da olan bağ yapılan alan %43 azalarak 2018'de 149 bin dekara düşmüştür. Öte yandan Kahramanmaraş'ta bağ alanları Merkez ve Pazarcık ilçesinde yoğunlaşmış durumdadır. Pazarcık ilçesi bağ alanları çekirdekli-kurutmalık çeşitler bakımından önemlidir.

Türkiye ve Kahramanmaraş'ta toplam bağ alanları arasındaki ilişki incelendiğinde orta düzeyde bir ilişkinin ( $r=0.318$ ) varlığından söz etmek mümkündür. Kahramanmaraş ve Türkiye üretimi arasında %10.1 oranında bir etkileşim [belirlilik katsayısı ( $r^2$ )=0.101] vardır.

### Verim

Kahramanmaraş'ta önemli üretimi olan sofralık-çekirdekli ve kurutmalık-çekirdekli üzümlerde verim incelenmiştir (Çizelge 5). İlde bağların veriminin yıllara göre değişken olduğu görülmektedir. Bu durum ekolojik ve ekonomik şartların üzüm üretimi üzerine çok etkili olduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

### Bağcılık Bakımından Kahramanmaraş'ın İklimi

Bir yerde bağcılık yapılmak istendiğinde o yerin vejetasyon süresi, etkili sıcaklık toplamı, güneşlenme süresi ve yağış gibi iklim özelliklerinin öncelikle dikkate alınması gerekir. Bu nedenle Kahramanmaraş'ın bağcılık potansiyelini ortaya koyabilmek için bu özellikler incelenmiştir.

Çizelge 2. Türkiye’de toplam üzüm üretimi ve önemli payı olan iller (ton).

Table 2. Production and major producer provinces of grape for Turkey in 2004- 2018 (tone).

| İller<br><i>Province</i>                        | Sofralık-<br>Çekirdekli<br><i>Table<br/>grapes<br/>with seeds</i> | Sofralık-<br>Çekirdeksiz<br><i>Table grapes<br/>without seeds</i> | Şaraplık<br>Üzümler<br><i>Wine<br/>grape</i> | Kurutmalık-<br>Çekirdekli<br><i>Raisin<br/>with seeds</i> | Kurutmalık-<br>Çekirdeksiz<br><i>Raisin<br/>without<br/>seeds</i> | Toplam<br><i>Total</i> | Pay (%)<br><i>Percentage</i> |
|---|---|---|--|---|---|------------------------|------------------------------|
| Manisa  | 57.394  | 385.741   | 6.830  | 744   | 1.083.710   | 1.534.419              | 36.53                        |
| Denizli   | 67.250  | 205.788   | 94.555                                       | 27.789  | 77.092  | 472.474                | 11.25                        |
| Mersin  | 256.895   | 14.792  | 16.226                                       | 16.315  | -   | 304.228                | 7.24                         |
| İzmir   | 29.183  | 40.826  | 25.605                                       | 900   | 77.119  | 173.633                | 4.13                         |
| Mardin  | 63.705  | -   | 31.858                                       | 63.032  | -   | 158.595                | 3.78                         |
| Diyarbakır                                      | 88.680  | 185   | 16.787                                       | 23.601  | -   | 129.253                | 3.08                         |
| Gaziantep                                       | 81.494  | 6.362   | 6.376  | 31.407  | -   | 125.639                | 2.99                         |
| Nevşehir  | 33.142  | -   | 5.2458                                       | 28.006  | -   | 113.606                | 2.70                         |
| Kahramanmaraş                                   | <b>62.649</b>   | <b>357</b>  | -  | <b>21.564</b>   | -   | <b>84.570</b>          | <b>2.01</b>                  |
| Kilis   | 1.797   | -   | 67.051                                       | 15.685  | -   | 84.533                 | 2.01                         |
| Sakarya   | 77.136  | -   | -  | -   | -   | 77.136                 | 1.84                         |
| Adıyaman  | 54589   | 168   | 58   | 21.977  | -   | 76.792                 | 1.83                         |
| Konya   | 34516   | 60  | 1293   | 34.728  | 1   | 70.598                 | 1.68                         |
| Hatay   | 53953   | 2097  | 6.973  | -   | -   | 63.023                 | 1.50                         |
| Isparta   | 30637   | -   | 1.344  | 24.211  | -   | 56.192                 | 1.34                         |
| Elazığ  | 36816   | -   | 19.047                                       | -   | -   | 55.863                 | 1.33                         |
| Tokat   | 8012  | -   | 38.166                                       | -   | -   | 46.178                 | 1.10                         |
| Tekirdağ  | 15743   | -   | 29.556                                       | -   | -   | 45.299                 | 1.08                         |
| Toplam (18 İl)                                  | 1.053.591   | 656.376   | 414.183                                      | 309.959   | 1.237.922   | 3.672.031              | 87.42                        |
| <b>Türkiye Toplamı</b>                          | <b>1.441.000</b>  | <b>668.000</b>  | <b>488.000</b>                               | <b>363.000</b>  | <b>1.240.000</b>  | <b>4.200.000</b>       | <b>100,00</b>                |
| <b>Kahramanmaraş/<br/>Türkiye<sup>(1)</sup></b> | 4,00  | -   | -  | 6,00  | -   | -                      | 2.01                         |
| <b>Kahramanmaraş<br/>(%)<sup>(2)</sup></b>      | 74.08   | 0.42  | -  | 25.50   | -   | 84.570                 | 100.00                       |

Kaynak: TÜİK veri tabanından yararlanılarak hazırlanmıştır (Anonim, 2019a).

(1): Kahramanmaraş'ın Türkiye üretiminde payı.

(2): Kahramanmaraş'ta önemli üzüm gruplarının oransal dağılımı.

Çizelge 3. 2004-2018 döneminde Kahramanmaraş'ta üzüm üretimi (ton/yıl).

Table 3. Grape production for Kahramanmaraş in 2004- 2018 (tone/year).

| İller<br><i>Province</i> | Sofralık-Çekirdekli<br><i>Table grapes with<br/>seeds</i> | Sofralık-Çekirdeksiz<br><i>Table grapes without<br/>seeds</i> | Şaraplık Üzümler<br><i>Wine grape</i> | Kurutmalık-<br>Çekirdekli<br><i>Raisin with seeds</i> | Toplam<br><i>Total</i> |
|--------------------------|---|---|---------------------------------------|---|------------------------|
| 2004                     | 89.520  | 0   | 510                                   | 25.360  | 115.390                |
| 2005                     | 104.220   | 0   | 510                                   | 28.485  | 133.215                |
| 2006                     | 90.095  | 0   | 200                                   | 29.985  | 120.280                |
| 2007                     | 69.053  | 0   | 1.600                                 | 6.210   | 76.863                 |
| 2008                     | 146.116   | 0   | 1.776                                 | 55.120  | 203.012                |
| 2009                     | 164.908   | 0   | 3.100                                 | 80.550  | 248.558                |
| 2010                     | 209.039   | 0   | 3.098                                 | 51.100  | 263.237                |
| 2011                     | 194.714   | 0   | 0                                     | 55.525  | 250.239                |
| 2012                     | 200.804   | 0   | 0                                     | 55.475  | 256.279                |
| 2013                     | 152.999   | 0   | 0                                     | 62.250  | 215.249                |
| 2014                     | 149.549   | 0   | 0                                     | 61.035  | 210.584                |
| 2015                     | 199.462   | 0   | 0                                     | 72.315  | 271.777                |
| 2016                     | 47.817  | 896   | 0                                     | 14.015  | 62.728                 |
| 2017                     | 62.649  | 357   | 0                                     | 21.564  | 84.570                 |
| 2018                     | 52.151  | 683   | 0                                     | 19.555  | 72.389                 |

Kaynak: TÜİK veri tabanından yararlanılarak hazırlanmıştır (Anonim, 2019a). Türkiye ve Kahramanmaraş üzüm üretimi arasındaki Korelasyon katsayısı  $r=0,367$  ve BK ( $r^2$ )=0.135 (%13,50). Kahramanmaraş üzüm üretimi için  $DK=42,87$ .

Çizelge 4. 2004-2018 döneminde bağcılık yapılan alan ve Kahramanmaraş'ın payı.

Table 4. Grape area and ratio for Kahramanmaraş in 2004- 2018.

| Yıllar<br>Years | Kahramanmaraş<br>Kahramanmaraş |                             | Türkiye<br>Turkey      |                             | Türkiye'de<br>Kahramanmaraş'ın Payı<br>(%)<br>Ratio of Kahramanmaraş<br>in Turkey (%) |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|---|
|                 | Alan (da)<br>Area (da)         | Değişim (%)<br>Changing (%) | Alan (da)<br>Area (da) | Değişim (%)<br>Changing (%) |   |
| 2004            | 269.520                        | 100.00                      | 5.250.000              | 100.00                      | 5.13  |
| 2005            | 274.990                        | 10.,00                      | 5.196.000              | 98.97                       | 5.29  |
| 2006            | 249.620                        | 92.60                       | 5.156.728              | 98.22                       | 4.84  |
| 2007            | 252.483                        | 93.70                       | 4.833.705              | 92.07                       | 5.22  |
| 2008            | 262.583                        | 97.40                       | 4.716.019              | 89.83                       | 5.57  |
| 2009            | 281.238                        | 104.30                      | 4.702.781              | 89.58                       | 5.98  |
| 2010            | 283.838                        | 105.30                      | 4.727.754              | 90.05                       | 6.00  |
| 2011            | 336.324                        | 124.80                      | 4.674.043              | 89.03                       | 7.20  |
| 2012            | 334.193                        | 124.00                      | 4.606.008              | 87.73                       | 7.26  |
| 2013            | 332.673                        | 123.40                      | 4.620.313              | 88.01                       | 7.20  |
| 2014            | 333.340                        | 123.70                      | 4.611.554              | 87.84                       | 7.23  |
| 2015            | 333.290                        | 123.70                      | 4.576.340              | 87.17                       | 7.28  |
| 2016            | 160.626                        | 59.60                       | 4.282.840              | 81.58                       | 3.75  |
| 2017            | 153.500                        | 57.00                       | 4.090.320              | 77.91                       | 3.75  |
| 2018            | 149.615                        | 55.40                       | 4.170.410              | 79.42                       | 3.58  |

Kaynak: Anonim 2019a,c (TUİK) verilerinden yararlanarak hazırlanmıştır.

Türkiye ve Kahramanmaraş bağ alanı arasındaki Korelasyon katsayısı (r)=0,318) ve BK (r<sup>2</sup>)=0.101 (%10,1). Türkiye için DK=%6,64, Kahramanmaraş için ise DK=21,74.

Çizelge 5. Türkiye ve Kahramanmaraş'ta 2004-2018 döneminde verim (kg/da).

Table 5. Yield of grape for Turkey and Kahramanmaraş in 2004- 2018 (kg/da).

| Yıllar<br>Years | Sofralık Çekirdekli<br>Table grapes with seeds |                   | Kurutmalık Çekirdekli<br>Raisin with seeds |                   |
|-----------------|--|-------------------|--|-------------------|
|                 | Kahramanmaraş<br>Kahramanmaraş                 | Türkiye<br>Turkey | Kahramanmaraş<br>Kahramanmaraş             | Türkiye<br>Turkey |
| 2004            | 403  | 566               | 560  | 467               |
| 2005            | 468  | 597               | 565  | 551               |
| 2006            | 439  | 580               | 677  | 529               |
| 2007            | 340  | 621               | 131  | 473               |
| 2008            | 686  | 615               | 1.163                                      | 499               |
| 2009            | 753  | 707               | 1.369                                      | 619               |
| 2010            | 944  | 723               | 868  | 627               |
| 2011            | 703  | 720               | 937  | 670               |
| 2012            | 731  | 713               | 935  | 632               |
| 2013            | 560  | 718               | 1.049                                      | 717               |
| 2014            | 545  | 688               | 1.034                                      | 681               |
| 2015            | 727  | 570               | 1.225                                      | 620               |
| 2016            | 390  | 667               | 373  | 689               |
| 2017            | 543  | 754               | 569  | 650               |
| 2018            | 485  | 781               | 468  | 796               |

Kaynak: TUİK veri tabanından yararlanarak hazırlanmıştır (Anonim, 2019a).

Mevcut durumunu incelediğimiz Kahramanmaraş'ta bağcılığın geliştirme potansiyelinin ne durumda olduğunun bilinmesi de önemlidir.

### Vejetasyon süresi

Vejetasyon süresi Kahramanmaraş'ın yüksek rakımlı kuzey ilçelerinde daha kısa güney ilçelerinde ise daha uzundur. "Kahramanmaraş merkezde ilkbaharın son donları 01-10 Mart ve sonbaharın ilk donları ise 11-22

Aralık tarihleri arasında gerçekleştiği (Güvenç 2017) dikkate alındığında; 280 gün civarında bir vejetasyon süresi olduğu belirlenmiştir. Bir yerde bağcılık yapılması için asgari vejetasyon süresi olarak 160 gün (sınır bir değer) olarak dikkate alınmaktadır (Oraman,

1972). Vejetasyon süresinin 160 günden daha kısa olduğu yerlerde üzümlerin olgunlaş(a)madığı, kalite üzerine doğrudan etkisi bulunan; tat, aroma ve renk maddelerinin istenilen düzeyde oluş(a)madığı görülmektedir. Bu verilere göre Kahramanmaraş'ta vejetasyon süresi bağcılık için yeterlidir.

### Etkili Sıcaklık Toplamı (EST)

Sıcaklık faktörü ile bir yerde ekonomik anlamda bağcılık yapmak imkanı arasındaki ilişki farklı yönlerden incelenebilir. Bir yerde bağcılık yapılması düşünüldüğünde yıllık ortalama sıcaklık değerinin dikkate alınması gerekir. Bir bölgede ekonomik anlamda bağcılık yapılabilmesi için yıllık ortalama sıcaklığın +9°C'den aşağı düşmemesi gerekir (Yıldırım ve ark., 2005; Oraman 1970, 1972). Yıllık ortalama sıcaklık bakımından Kahramanmaraş 16.9°C civarında bir sıcaklığa sahiptir (Çizelge 6). Buna göre yıllık ortalama sıcaklık değerlerini karşılamakta ve birçok üzüm çeşidinin yetiştiriciliğine uygun olmaktadır.

İlin aylık sıcaklık ortalamalarından yararlanılarak hesaplanan EST değeri 2.895 gün-derece olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Bağcılık yapılması planlanan bir yerde asgari olarak 900 gün-derece EST değeri istendiğinden (Yıldırım ve ark., 2005); Kahramanmaraş'a ait EST değeri (2.895 gün-derece) birçok üzüm çeşidinin gereksinimini karşılamaya yeterlidir.

### Güneşlenme süresi

Kahramanmaraş'ın vejetasyon süresince güneşlenme süresi 2.144 saattir (Çizelge 6). Bağcılık için güneşlenme süresinin vejetasyon döneminde 1.300 saat olması istenir (Oraman 1970, 1972; Yıldırım ve ark., 2005). Güneşlenme süresini; bulutluluk, yöney (bakı) ve gündüz süresi etkilemektedir. Bitkinin güneşlenme ihtiyacının karşılanmaması meyve tutumu ve tanelerde şeker oranının düşük kalmasına neden olur (Okuroğlu ve ark., 1992; Karaçalı, 1993). Bu verilere göre ila ait güneşlenme süresi iyi bir bağcılık için yeterlidir.

Çizelge 6. Kahramanmaraş'ta aylık ortalama sıcaklık, EST değeri, güneşlenme süresi ve yağış.

Table 6. Average Temperature, EST value (effective temperature sum), sunshine duration and rainfall for Kahramanmaras

| O   | Ş     | M    | N    | M    | H    | T    | A    | E    | E    | K    | A     | Yıllık       |       |
|---|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------------|-------|
| Ortalama Sıcaklık (°C) Average Temperature              |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |              |       |
| 4.9   | 6.5   | 10.7 | 15.5 | 20.3 | 25.2 | 28.4 | 28.5 | 25.2 | 19.1 | 11.7 | 6.7   | 16.9         | EST   |
| -   | -     | 0.7  | 5.5  | 10.3 | 15.2 | 18.4 | 18.5 | 15.2 | 9.1  | 1.7  | -     |              | 2.895 |
|   |       | 22   | 165  | 319  | 456  | 570  | 574  | 456  | 282  | 51   |       |              |       |
| Güneşlenme Süresi (GS) (Saat) Sunshine duration (hours) |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |              |       |
| 3.3   | 4.0   | 5.4  | 6.7  | 8.0  | 10.0 | 10.5 | 9.8  | 8.7  | 6.5  | 4.5  | 3.2   | Toplam GS    |       |
|   |       | 167  | 201  | 248  | 300  | 326  | 304  | 261  | 202  | 135  |       | 2144 saat    |       |
| Yağış (mm) Rainfall (mm)                                |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |              |       |
| 129.2   | 110.8 | 97.1 | 73.3 | 41.8 | 6.7  | 1.1  | 0.9  | 9.1  | 46.8 | 82.8 | 125.1 | Toplam 724.7 |       |

EST: www.mgm.gov.tr veri tabanından yararlanılarak hesaplanmıştır. Ölçüm Periyodu (1929 - 2017) (Anonim 2019b).

### Yağış

Kahramanmaraş'ta yıllık ortalama yağış 724,7 mm'dir. Ancak vejetasyon döneminde 359,6 mm kadar yağış düşmektedir. Bir yerde bağcılık yapılırken 600 mm yağış varsa sulamaya gerek duyulmayacağı; 300-600 mm arasında yağış varsa sulamanın bitki gelişmesi ve verime olumlu etki yapacağı ve yağış miktarı 300 mm ve altında ise mutlaka sulama gerektiği bildirilmiştir (Yıldırım ve ark., 2005). İlde yetiştirme periyodu ve yaz aylarının oldukça kurak geçtiği dikkate alındığında sulamaya belli ölçülerde yer verilmesi gerektiği görülmektedir. Ayrıca sonbaharın (Ekim ve Kasım) ilde yağışlı geçmesi geç hasat edilen kurutmalık çeşitlerde hasat sonrası işlemlerde sorun oluşturabilmektedir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye sofralık ve kurutmalık üzüm üretiminde Kahramanmaraş'ın önemli bir payı vardır. Kahramanmaraş'ta yetiştiriciliği yaygın yapılan

kaliteli kurutmalık üzüm çeşitleri arasında Peygamber Üzümleri (sinonim=Besni veya Pazarcık Üzümleri) yer almaktadır. Pazarcık ilçesi Türkiye'nin en kaliteli kurutmalık Peygamber Üzümlerinin yetiştirildiği yerlerden biridir. Ayrıca İlde şıralık ve sofralık olarak Kabarcık; sofralık olarak Mahrabaşı üzümleri yaygın yetiştirilmektedir. Bunların yanında Yıldız, Ağ üzümü, Yalova İncisi, Trakya İlkeren, Alphonse Lavalleé, Horoz Karası gibi birçok üzüm çeşidinin yetiştiriciliğine rastlamak da mümkündür.

İlimizde erkenci çeşitlerde hasat temmuz ayı başında başlamakta, geçici çeşitlerin hasadı ekim ayı ortalarına kadar devam etmektedir. Öte yandan ağustos ayının ortalarında da kurutmalık çekirdekli üzümlerin hasadına başlanmaktadır.

Kahramanmaraş'ta mevcut bağcılığın İlin sahip olduğu iklim şartları nedeniyle daha da geliştirilme potansiyeli vardır. Bu amaçla yukarıda incelenen mevcut durum yanında, bağcılık sektörünün sorunları ve çözüm önerileri ile ilgili olarak daha önce yapılan



çalışmalardan da (Anonim, 2017; Anonim, 2019d) yararlanarak aşağıdaki açıklamaları eklemek mümkündür.

Üreticilerin önemli sorunlarında bazıları şu şekildedir:

Türkiye'nin en kaliteli çekirdekli kurutmalık üzümü üretilmesine rağmen; pazarlama önemli bir sorundur. Bu sorunu, üzümün bir marka ismi ile paketlenmemesi artırmaktadır.

İkinci sırada ise gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi kültürel uygulamaların yeterince yapılmaması bulunmaktadır. Bu durum ürünlerin pazarlama sorunu ile ilişkilidir. Ayrıca artan girdi fiyatları kültürel işlemlerin yeterince yapılmamasına neden olmaktadır.

Son yıllarda bağlarda Bağ Küllemesi (*Uncinula necator*), Bağ Mildiyösü (*Plasmopara viticola*) ve Bağ Kanseri (*Agrobacterium vitis*) gibi hastalıkların yoğunluğunu artması üçüncü sırada yer almaktadır.

Yüksek terbiye sistemlerinin yaygın olmaması diğer bir sorundur. Bu durum verim düşüklüğü yanında mantari hastalıklar ile mücadeleyi de zorlaştırmaktadır.

Bu sorunların çözülmesi veya mevcut durumun iyileştirilmesi için aşağıda öneriler verilmiştir:

İlk olarak, üzüm üreticilerinin örgütlenmesi önem arz etmektedir. Pazarcık İlçesinde kurutmalık üzüm üreticileri Tarımsal Kalkınma Kooperatifi kurmuşlardır. Ürünün piyasaya arzında araçların azaltılması üretici gelirlerini artıracaktır.

İkincisi, kooperatif üretim aşamasında yetiştiricilere katkı vermesi yanında markalaşma yönünde çaba sarf etmelidir.

Üçüncüsü, Tarım ve Orman Bakanlığı tarım havzasına göre Kahramanmaraş'ta desteklenen ürün listesine üzüm alınmalıdır.

Kahramanmaraş'ta üzümünden pekmez, gün pekmezi, kuru üzüm, beyaz ve kara sucuk, samsa, pestil, kırma, çullama, ravanda gibi ürünler yapılmaktadır. Üzümünden üretilen ürünlerin ambalajlanması hem pazarlama da olumlu katkı hem de katma değer kazandıracaktır. Bunların her birinden yeni bir marka çıkarmak mümkündür.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### KAYNAKLAR

Anonim 2013. Seçilmiş Göstergelerle Kahramanmaraş 2013. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK) Yayını, S: 166.

Anonim 2017. Kahramanmaraş Bağcılık Sektöründe Gelişmeler ve Fırsatlar. Kahramanmaraş Valiliği (Basılmamış). KSÜ Pazarcık MYO, 23-24 Ağustos 2017.

Anonim 2019a. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001). (Erişim Tarihi: 01.06.2019).

Anonim 2019b. İl ve İlçe İstatistikleri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=K.MARAS>. (Erişim Tarihi: 07.06.2019).

Anonim 2019c. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü (BUGEM), <https://www.tarim.gov.tr/BUGEM/Menu/9/Veriler>. (Erişim Tarihi: 03.06.2019)

Anonim 2019d. Kahramanmaraş'ta Üzümde Rekolte Tahmin Raporu. T.C. Kahramanmaraş Valiliği İl Tarım ve Orman Bakanlığı Müdürlüğü, 19.08.2019.

Güvenç İ 2017. Sebzeçilik: Temel Bilgiler, Muhafaza ve Yetiştiricilik. Nobel Yayınları, S: 288.

Karabat S 2018. Türkiye ve Dünya Bağcılığı. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/manisa-bagcilik/Belgeler/genelbagcilik/DUNYA%20VE%20TURKIYE%20BAGCILIGI%20SELCEUK%20KARABAT.pdf>. (Erişim Tarihi: 27.09.2018).

Karaçalı İ 1993. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması. EÜ Ziraat Fakültesi Yayını No: 494, S: 444.

Okuroğlu M, Yağanoğlu V Yardımcı N 1992. Meteoroloji I. AÜ. Ziraat Fakültesi Yayını No: 125, S: 155.

Oraman NM 1970. Bağcılık Tekniği II. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları NO:142, S: 283.

Oraman NM 1972. Bağcılık Tekniği II. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları NO: 470, S: 402.

Sabancı A 2009. Kahramanmaraş Koşullarında Sofralık Üzüm Çeşidi Adaptasyonu. Türkiye 7. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu 5-9 Ekim, Manisa, Cilt II, S: 306-311.

Sütyemez M, Gündeşli MA 2004. Kahramanmaraş'ta İlinin Meyvecilik Durumu. I. Kahramanmaraş Sempozyumu, 6-8 Mayıs, Kahramanmaraş, S: 1247-1252.

Uzun İ 2015. Bağcılık El Kitabı. Hasad Yayıncılık, İstanbul, S.156.

Yıldırım F, Yıldız M, Kılınç NA 2005. Pratik Bağcılık. Manisa Tarım İl Müdürlüğü Yayını, Ege Form Ofset Basım, Manisa S: 208.

Yınanç R, Elibüyük M 1988. Maraş Tahrir Defteri. Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınları No: 1, S: 468.

Yüzer AF, Ağaoğlu E, Tatlıdil H, Özmen A, Şıklar E 2006. İstatistik. Anadolu Üniversitesi Yayını, No: 1448, S: 331.

## Asma Anacı Çeliklerinde Kök Oluşum Yoğunluğu Yerlerinin Saptanması

Fatime CAN<sup>1</sup>, İsmail YENİLMEZ<sup>2\*</sup>, Salih ÇELİK<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, <sup>2</sup>Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Eskişehir, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1585-889X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3357-3898>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-3180-8339>

\*: ismailyenilmez@eskisehir.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, çeliklerde oluşan köklerin, çeliğin hangi kısmında ve ne yoğunlukta oluştuğu araştırılmıştır. Ayrıca asma anacı çelikleri arasında kök oluşum yoğunluğu açısından bir farklılığın olup olmadığı incelenmiştir. Tekirdağ Bağcılık ve Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen SO4, 5BB, Lot ve 8B asma anacı çelikleri kullanılmış ve deneme bu enstitüde yürütülmüştür. Çelikler 15 cm sıra arası (SA) ve sıra üzeri (SÜ) mesafe ile hazırlanan derin kum sandıklarına 3 Mart 2017'de dikilmiştir. Yaprak dökümünden sonra 15 Kasım 2017'de köklü çelikler sandıklardan çıkarılıp ölçüm ve sayım yapılmıştır. Gözün solundan, sağından, karşısından ve hemen altından ölçümler yapılmıştır. Dikkate alınan kriterler kök sayısı, uzunluğu, ağırlığı ve kalınlığıdır. Literatürde sıklıkla raslatan tek faktörlü deney tasarımı modelleri yerine iki faktörlü faktöriyel deney tasarımı modeli kullanılmıştır. Böylece hem boğumlar arası farklılıklar hem de anaçlar arasındaki farklılar ana faktörler olarak ele alınabilmiş ve incelenmiştir. Ayrıca iki faktörlü deney tasarımı kullanımı, anaç ve boğum ana faktörlerinin etkileşimlerinin de incelenebilmesini sağlamıştır. Tüm bulgular özet tablolar halinde sunulmuş ve yorumlanmıştır. Sonuç olarak; kök sayısı, uzunluğu, ağırlığı ve kalınlığı bakımından boğumlar ve anaçlar arasında istatistiksel farklılıklar olduğu ortaya konmuştur.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 12.11.2019

Kabul Tarihi : 20.02.2020

### Anahtar Kelimeler

SO4

5B

Lot

8B

Kök yoğunluğu

## Determination of Root Formation Density Places on Rootstock Cuttings

### ABSTRACT

In this study, the internodes locations of the roots formed in cuttings were investigated. In addition, it has been investigated whether there is a difference in root formation density for grapevine types. SO4, 5BB, Lot and 8B grapevine rootstocks obtained from Tekirdağ Viticulture and Research Institute were used and the experiment was conducted in the same institute. The cuttings were planted in deep sand boxes prepared with 15 cm row spacing (RS) and intra-row spacing (IS) on March 3, 2017. After defoliation, cuttings were removed from the boxes and measured on November 15, 2017. Root measurements were made from the left, right, opposite and just below the internodes. The criteria used were the number of roots, root length, root weight and root thickness. The two-factor factorial design model was used instead of the single-factor design model, which frequently appeared in the literature. Thus, the differences between the internodes and the differences between the grapevine types could be considered as the main factors examined. In addition, the use of two-factor experimental design allowed to investigate the interaction of grapevine types and internodes. All findings were presented and interpreted. As a result there were statistical differences between the internodes and rootstocks in terms of number of roots, root length, root weight and root thickness.

### Research Article

### Article History

Received : 12.11.2019

Accepted : 20.02.2020

### Keywords

SO4

5B

Lot

8B

Root density

## GİRİŞ

Bağ alanı yönünden dünya ülkeleri arasında ilk sıralarda yer alan Türkiye’de de, diğer ülkelerde olduğu gibi, yeni bağ alanlarının oluşumu sürecinde asma fidanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu duruma ek, filoksera zararlısı ve kuraklık gibi sorunlardan dolayı bağcılıkta aşılı anaç kullanılmaya zorunluluğu gün geçtikçe kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu bağlamda farklı affinite ve adaptasyon özelliklerine sahip olan birçok anaç elde edilmiştir. Köklü anaç ve aşılı köklü fidan kullanımı bağ kurulurken tercih edilmektedir. Bu süreçte belli standartlar göz önünde bulundurulur (Anonim, 1983; Anonim, 1988; Anonim, 1990; Anonim, 1992 ve Çelik ve ark., 1998). Anaç çeliklerinin köklenmesi, anaçlara göre farklılık gösterebilmektedir (Atilla, 1985; Barış, 1983; Barlass ve Skene, 1980). Köklenme özelliklerinin anaçlara göre değişebileceği (Çakır ve ark., 2013) gibi aynı anaçın üzerindeki kök oluşum yerlerinde de farklılık görülebileceği bilinmektedir.

Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de bağ alanları filoksera zararlısıyla bulaşık durumdadır. Bu zararlı asma köklerinde emgi yapmakta ve yapraklarda gal oluşumuna neden olmaktadır. Bu zararlı ile bulaşık bağ alanlarındaki yerli üzüm çeşitlerinden alınan çeliklerin köklendirilmesiyle elde edilen fidanlar ile bağ tesisi yapılamamaktadır. Çünkü filoksera zararlısına karşı *Vitis vinifera* L. asma türü önemli derecede hassastır (Ruckenbauer ve ark., 1975). Bu nedenle sıklıkla filoksera zararlısına karşı dayanıklı olan Amerikan asma anaçları üzerine aşılı yerli üzüm çeşitleriyle bağlar kurulmaktadır. Bağcılıkta anaç-kalem kombinasyonunun asmada vejetatif gelişmeyi etkilediği ifade edilmiştir (Santarosa ve ark., 2015). Bu aşamada aşılı köklü asma fidanı kullanımı, aşılama seçilen çeşitlerin randımanına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Aslan ve ark., 2015; Yağcı ve Aydın, 2015; Persuric ve ark., 2015; İşçi ve ark., 2015; Yağcı ve Gökkaynak, 2016). Asma anaçlarının köklendirilmesinde *Vitis vinifera* türüne ait bazı çeliklerde köklenmelere dair iyi, orta ve zor köklenme özellikleri dikkate alınarak ayrımlar yapılmıştır (Sucu ve Yağcı, 2017). Aynı çalışmada ilgili anaçların aşısızlarının, aşılılara göre daha yüksek randımana sahip olduğu ortaya konmuştur. Belli aşılı asma anaç üretiminde mikoriza uygulamalarının etkileri araştırılmıştır (Eroğlu ve Çelik 2015). Asma anaç fidanlarının köklenmesi, sürgün gelişimi gibi faktörlerin son yıllarda önem kazandığı vurgulanmıştır (Sabır, 2002). Hidroponik sistemde farklı kültür ortamının etkilerini araştırmak amacıyla Ruggeri 140 (140R) ve Couderc 1616 (1616C) anaçları üzerine omega aşısı ile aşılama yapılmış Alfonse Lavallée, üç farklı agregat ortamında kullanılmış; köklenme oranları ve kapasiteleri sunulmuştur. Tarımsal kaya yününde yüksek köklenme oranı olduğu ifade edilmiştir (Şengel ve Ark., 2012). *Merzifon Karası*

üzüm çeşidine en uygun olabilecek anaçların belirlenmesi için on farklı asma anaç kullanılmış; anaç gelişimi için kallus oluşumu, köklenme kapasitesi ve farklı anaçların büyüme üzerine etkisi istatistiksel yöntemlerle incelenmiştir (Köse ve Ark., 2015). Aşılı asma fidanı üretiminde anaç çapının; aşı başarısına, fidan randımanına ve kalitesine etkileri incelenmiş; aşılı çeliklerin kallus, köklenme performansı ve fidan randımanı değerlendirilmiştir (Cangi ve Etker, 2018). Kapsamlı bir literatür araştırmasıyla çeşitli toprak ortamları ve anaç genotipleri için asma köklerinin kök derinlik dağılımları sunulmuştur (Smart ve Ark., 2006).

Bu çalışmanın başlıca amacı ise, üretim materyali olarak kullanılan asma anaç çeliklerinde adventif köklerin oluşum yoğunluğu yerlerini saptamak ve farklı anaçların eş kültür ortamındaki kök gelişimlerini yoğunluk açısından ortaya koymaktır. Böylece kök oluşum yoğunluğunun bölgesi ile kök oluşum yoğunluğunun anaç çelik türlerine göre değişimi ortaya konmuştur. Bu bağlamda ikinci bölümde araştırmada kullanılan materyal ve metot paylaşılmıştır. Üçüncü bölümde bulgular sunulmuş ve tartışılmıştır. Son olarak elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Araştırma, Tekirdağ Bağcılık ve Araştırma Enstitüsünde 2017 yılında yürütülmüş olup bitkisel materyaller de buradan temin edilmiştir. Kullanılan materyaller anaçlara ait çelikler olup bu materyallerin serbest kök gelişmesini sağlamak için, çeliklerin üst boğumları dışarıda kalacak şekilde, derin tahta sandıklarda ince dere kumu ortamına dikilmiştir. Kullanılan asma anaç çelik çeşitlerinin özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

### a- SO4 ( *V. Berlandieri X V. Riparia NO:4, Seleksiyon Oppenheimer NO:4* )

Başlangıçta hızlı bir gelişme gösteren kuvvetli bir anaçtır. SO4’ün aşı tutma oranı oldukça yüksektir. Ayrıca çelik çubuk elde etmek istendiğinde verimli olduğu ifade edilebilir (Çelik, 2011).

### b- 5BB ( *V. Berlandieri X V. Riparia Teleki 8B, Seleksiyon Keber 5BB* )

Çelik oluşumu açısından yüksek verime sahiptir. 5BB’nin nemli ve killi topraklar için uygun olduğu ifade edilebilir. Bu anaçın köklenmesi iyi olmasına karşın özellikle bağdaki aşılamaalarda bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bağdaki bu anaç yapılan yarma aşılarda kalemden alışılmamış derecede kök oluşmakta ve bu durum daha sonra anaçın ölmesine neden olmaktadır (Çelik, 2011).

### c- 8B ( *V. Berlandieri X V. Riparia Teleki 8B* )

8B anaç genel anlamda dayanıklıdır. Kireçli

topraklarda kullanılabilir ve nematodlara karşı da dayanıklıdır. Aşı tutma oranı yüksektir fakat köklenme oranı düşüktür (Çelik, 2011).

#### d- Lot (V.*Rupestri*du Lot St. George)

Lot anacı ve üzerine aşılana çeşit hızlı büyür. Yapraklarında gal oluşumu görülse de kökleri filoksera zararlısına karşı dayanıklıdır. Lot anacı kökleri derine gidebilir ve bu sayede sık sulanamayan kurak topraklarda kullanılabilir (Çelik, 2011).

#### Metot

Deneme deseni 3 tekerrürlü faktöriyel tasarımına göre kurulmuştur. Her tekerrüre 4 çelik alınmış, böylece her bir farklı anaç için 12 adet, toplam deneme için 48 adet çelik kullanılmıştır. Her anaçtan çelikler 4 boğumlu olarak seçilmiştir. Boyları 35 cm olacak şekilde çelikler hazırlanmış ve üst boğum dışarda kalacak şekilde 80 cm derinliğindeki kum sandıklarına 15x15 cm aralık-mesafe ile saplama şeklinde dikilmiştir. Asma anacı fidanlarının sökülmesi sonbaharda (Kasım ayında) sürmüş ve yaprağını dökmüş tüm asma anacı fidanları sandıklar açılarak, oluşan köklere zarar vermeden, sökölüp tasnif edilmiştir (Can, 2019). Köklü asma anacı fidanındaki göz araştırmacıya doğru bakacak şekilde, asma anacı fidanlarında kök oluşum yerlerini saptamak amacıyla ölçümler boğumlardan ve boğum aralarından yapılmıştır. Bu bölgelerde oluşan kökler ise gözün solundan, sağından, karşısından ve hemen altından olmak üzere 4 farklı yönden kaydedilmiştir. Her bir yön için ortalama değer o boğumdan elde edilen ölçüm olarak analize dahil edilmiştir. Kök yoğunluğu, boğumlara ve asma anaçlarına göre ele alınmıştır. Boğumlarda da 2., 3. ve 4. boğumdan elde edilen veriler araştırmaya konu edilmiştir. Boğum araları üst boğumun izdüşümü doğrultusunda çelikten çıkış yerlerinin tespitine dayansa da 2. ve 3. boğum arası ile 3. ve 4. boğum arasında analize konu edilecek sayıda kök oluşumu gözlenmemiştir (Can, 2019).

$$\text{Model 1: } koksayisi_{ijk} = \mu + \delta_i + \beta_j + \delta\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad j = 1, 2, 3 \quad k = 1, 2, 3, 4$$

$$\text{Model 2: } kokuzunlugu_{ijk} = \mu + \delta_i + \beta_j + \delta\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad j = 1, 2, 3 \quad k = 1, 2, 3, 4$$

$$\text{Model 3: } kokagirligi_{ijk} = \mu + \delta_i + \beta_j + \delta\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad j = 1, 2, 3 \quad k = 1, 2, 3, 4$$

$$\text{Model 4: } kokkalinligi_{ijk} = \mu + \delta_i + \beta_j + \delta\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad j = 1, 2, 3 \quad k = 1, 2, 3, 4$$

şeklinde Her bir model için sıfır hipotezleri ise;

$H_{01}: \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$  veya  $H_{01}$ : Anaç kök sayısını etkilemez

$H_{02}: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$  veya  $H_{02}$ : Boğum yeri kök sayısını etkilemez

$H_{03}: \delta\beta_{11} = \delta\beta_{12} = \dots = \delta\beta_{43} = 0$  veya  $H_{03}$ : İkili etkileşimler kök sayısını etkilemez

şeklinde kurulur.  $H_{01}$  hipotezi anaç faktörünün,  $H_{02}$  hipotezi boğum faktörünün ve  $H_{03}$  ise anaç x boğum

#### Araştırmada Kök Yoğunluğunun Tespiti İçin İncelenen Kriterler

Asma anacı fidanlarından 4 yönden farklı boğumlardan ve anaç tiplerinden çıkan köklerde şu ölçümler yapılmıştır:

1. Kök sayısı (adet)
2. Kök uzunluğu (cm)
3. Kök ağırlığı (g)
4. Kök kalınlığı (mm)

Dört kritere dayalı dört farklı analiz yürütülmüştür. İki farklı faktörün (boğum ve anaç) ana etkileri ve etkileşim etkilerinin araştırılabildiği faktöriyel tasarım düzeni kullanılmıştır. Yalnız bir faktörün etkisini araştıran; tamamen rastgele tasarım (Bir-Yönlü ANOVA)'dan daha etkili olan çok faktörlü tasarımlar her gözlemi ve bilgiyi kullanır. Faktör sayısının bir olduğu ve blok sayısına göre değişen tasarımlardan söz edilebilir. Bir faktör bir blok için rastgele tam blok tasarımı (İki-Yönlü ANOVA) ve bir faktör iki blok için latin kare (Üç-Yönlü ANOVA) tasarımı gibi tasarımlarda faktör sayısı birdir ve blok sayısı artmaktadır. Ayrıca iki faktörün ana etkilerinin yanında bu iki faktörün etkileşimlerinin de aynı zamanlı olarak sunulması çok faktörlü tasarımların avantajlarından. Sıklıkla faktörlerin düzeylerinin eşit olduğu  $2^k$ ,  $3^k$  gibi özel faktöriyel tasarımlarının yanında farklı faktör düzeylerinin olduğu genel faktöriyel tasarımları da kullanılabilir. Bu araştırmada anaç olarak çelik türü faktörü 4 düzeyde (SO4, 5BB, Lot ve 8B), boğum olarak köklenme olan boğum faktörü 3 farklı düzeyde (Boğum2, Boğum3 ve Boğum4) ele alınmıştır. Araştırmada kullanılan  $4 \times 3$  faktöriyel tasarım modeli;

$$y_{ijk} = \mu + \delta_i + \beta_j + \delta\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad j = 1, 2, 3 \quad k = 1, 2, 3, 4 \quad (1)$$

şeklinde  $y_{ijk}$  gözlem değeri,  $\mu$  genel ortalama,  $\delta_i$  kök tipi faktörünün etkisi,  $\beta_j$  boğum faktörünün etkisi,  $\delta\beta_{ij}$  iki faktörün etkileşim etkisi ve  $\varepsilon_{ijk}$  rasgale hata terimi olarak modelde yer almaktadır (Şenoğlu ve Acıtaş, 2011). Eşitlik 1'de sunulan genel modele dayalı 4 farklı modelde;

etkileşiminin anlamlı olup olmadığını sınamak için kullanılır. Her birinin alternatifi ise en az bir katsayının 0'dan farklı olduğu şeklindedir. Dolayısıyla 12 yokluk hipotezi ve 12 alternatif hipotez söz konusudur. Analizler SPSS programında yapılmıştır.

#### BULGULAR ve TARTIŞMA

Yürütülen çalışmalar sonunda elde edilen analizler

her bir model için ayrı ayrı ele alınmıştır. Kök sayısı için yürütülen analizler Çizelge 1’de sunulmuştur.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre anaçların kök sayısı için fark oluşturmadığı ancak boğumların kök sayısı için istatistiksel anlamda farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca etkileşimin yani iki ana etkinin beraber kök sayısı bakımından farklı seviyelerde farklı sonuçlar verdiği (katsayıların 0’dan istatistiksel olarak farklı olduğu) ortaya konmuştur.

Kök uzunluğu için yürütülen analizler Çizelge 2’de sunulmuştur.

Bu analizlere dayalı olarak anaçların ve boğumların kök uzunluğunda etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca etkileşimin de kök uzunluğu bakımından farklı seviyelerde farklı sonuçlar verdiği yani katsayıların 0’dan istatistiksel olarak farklı olduğu ortaya konmuştur.

Kök ağırlığı için yürütülen analizler Çizelge 3’de sunulmuştur.

Bu analizlere dayalı olarak ana etki olan anaçın ve boğumun yanı sıra etkileşimin kök ağırlığı üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 1. Kök sayısı için varyans analizi sonuçları

Table 1. Variance analysis results for the number of roots

| Değişimin Kaynağı<br>(Source)             | Kareler Top.<br>(Sum Sq.) | Serbestlik Der.<br>(DF) | Kareler ort.<br>(Mean Sq.) | F       | p-değeri<br>(p-value) |
|---|---------------------------|-------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| Sabit (Intercept)                         | 1077.023                  | 1                       | 1077.023                   | 407.783 | .000                  |
| Anaç (Grap. Typ.)                         | 11.402                    | 3                       | 3.801                      | 1.439   | .247                  |
| Boğum (Internodes)                        | 30.021                    | 2                       | 15.011                     | 5.683   | .007                  |
| Anaç x Boğum<br>(Grap. Typ. x Internodes) | 113.917                   | 6                       | 18.986                     | 7.189   | .000                  |
| Hata (Error)                              | 95.082                    | 36                      | 2.641                      |         |                       |
| Genel (Total)                             | 1327.446                  | 48                      |                            |         |                       |

Çizelge 2. Kök uzunluğu için varyans analizi sonuçları

Table 2. Variance analysis results for root length

| Değişimin Kaynağı<br>(Source)             | Kareler Top.<br>(Sum Sq.) | Serbestlik Der.<br>(DF) | Kareler ort.<br>(Mean Sq.) | F       | p-değeri<br>(p-value) |
|---|---------------------------|-------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| Sabit (Intercept)                         | 8105.761                  | 1                       | 8105.761                   | 624.833 | .000                  |
| Anaç (Grap. Typ.)                         | 466.044                   | 3                       | 155.348                    | 11.975  | .000                  |
| Boğum (Internodes)                        | 85.732                    | 2                       | 42.866                     | 3.304   | .048                  |
| Anaç x Boğum<br>(Grap. Typ. x Internodes) | 570.343                   | 6                       | 95.057                     | 7.327   | .000                  |
| Hata (Error)                              | 467.017                   | 36                      | 12.973                     |         |                       |
| Genel (Total)                             | 9694.897                  | 48                      |                            |         |                       |

Çizelge 3. Kök ağırlık için varyans analizi sonuçları

Table 3. Variance analysis results for root weight

| Değişimin Kaynağı<br>(Source)             | Kareler Top.<br>(Sum Sq.) | Serbestlik Der.<br>(DF) | Kareler ort.<br>(Mean Sq.) | F       | p-değeri<br>(p-value) |
|---|---------------------------|-------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| Sabit (Intercept)                         | 26.285                    | 1                       | 26.285                     | 724.820 | .000                  |
| Anaç (Grap. Typ.)                         | .699                      | 3                       | .233                       | 6.428   | .001                  |
| Boğum (Internodes)                        | .278                      | 2                       | .139                       | 3.827   | .031                  |
| Anaç x Boğum<br>(Grap. Typ. x Internodes) | 2.055                     | 6                       | .343                       | 9.447   | .000                  |
| Hata (Error)                              | 1.306                     | 36                      | .036                       |         |                       |
| Genel (Total)                             | 30.623                    | 48                      |                            |         |                       |

Kök kalınlığı için yürütülen analizler Çizelge 4’de sunulmuştur. Bu analizlere dayalı olarak da diğer yoğunluk kriterlerinin olduğu gibi son kriter olan kök kalınlığı için de ana etkiler ve etkileşim etkisi anlamlıdır. Bu analizlerin yanında faktör düzeylerinin ortalamaları çoklu karşılaştırma testleri ile kıyaslanabilir. Bu çalışmada Fisher’in en küçük anlamlı fark (LSD) testi kullanılmıştır. Sonuçlar Çizelge 5’te sunulmuştur.

Çizelge 5’e göre SO4 ile 5B arasında kalınlık, SO4 ile Lot arasında uzunluk ve kalınlık, SO4 ile 8B arasında uzunluk ve ağırlık, 5BB ile Lot arasında kalınlık, 5BB ve 8B arasında uzunluk, ağırlık ve kalınlık, Lot ve 8B arasında uzunluk, ağırlık ve kalınlık bakımından fark vardır. Ayrıca boğum 2 ile boğum 3 arasında uzunluk, ağırlık ve kalınlık, boğum 2 ile boğum 4 arasında sayı ve kalınlık, boğum 3 ile boğum 4 arasında ise sayı, uzunluk, ağırlık ve kalınlık bakımından fark vardır.

Literatürde de farklı anaçların köklenme açısından farklılıklar gösterdiğini destekleyen çalışmalar mevcuttur (Atilla, 1985; Barış, 1983; Barlass ve Skene, 1980). Boğumlar açısından da dip boğumlarda kök sayısının arttığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç köklenme özelliklerinin anaçlara göre değiştiği bilgisini (Çakır ve ark., 2013), aynı anacın üzerinde de değişebileceği bilgisiyle geliştirmektedir. Anaç-kalem

kombinasyonunun (Santarosa ve ark., 2015), kültür ortamının (Şengel ve Ark., 2012), kallus oluşumu, köklenme kapasitesi ve anaç farklılıklarının (Cangi ve Etker, 2018), toprak ortamları ve anaç genotiplerinin (Smart ve Ark., 2006) etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada da eş kültür ortamında farklı anaçların ve boğumların istatistiksel anlamda farklı kök yoğunluklarına sahip olduğu ortaya konmuştur.

Çizelge 4. Kök kalınlığı için varyans analizi sonuçları  
Table 4. Variance analysis results for root thickness

| Değişimin Kaynağı<br>(Source)             | Kareler Top.<br>(Sum Sq.) | Serbestlik Der.<br>(DF) | Kareler ort.<br>(Mean Sq.) | F       | p-değeri<br>(p-value) |
|---|---------------------------|-------------------------|----------------------------|---------|-----------------------|
| Sabit (Intercept)                         | 29.110                    | 1                       | 29.110                     | 746.588 | .000                  |
| Anaç (Grap. Typ.)                         | 3.925                     | 3                       | 1.308                      | 33.560  | .000                  |
| Boğum (Internodes)                        | 2.513                     | 2                       | 1.256                      | 32.225  | .000                  |
| Anaç x Boğum<br>(Grap. Typ. x Internodes) | 5.117                     | 6                       | .853                       | 21.873  | .000                  |
| Hata (Error)                              | 1.404                     | 36                      | .039                       |         |                       |
| Genel (Total)                             | 42.069                    | 48                      |                            |         |                       |

Çizelge 5. Anaçlar ve boğumlar için en küçük anlamlı fark testi sonuçları

Table 5. Results of Fisher's least significant difference (LSD) test for root type and internodes

|                       | İkililer (Compared Groups) | Kök Sayısı (Number of Roots)  |                   |                       | Kök Sayısı (Number of Roots)  |                   |                       |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                       |                            | Ortalama<br>(Mean Difference) | Fark<br>(p-value) | p-değeri<br>(p-value) | Ortalama<br>(Mean Difference) | Fark<br>(p-value) | p-değeri<br>(p-value) |
| Anaç<br>Grap.<br>Typ. | SO4   5BB                  | -0.2542                       |                   | 0.704                 | -0.9725                       |                   | 0.513                 |
|                       | SO4   Lot                  | -0.4658                       |                   | 0.487                 | -3.8558                       |                   | 0.013                 |
|                       | SO4   8B                   | -0.8192                       |                   | 0.225                 | -4.7983                       |                   | 0.002                 |
|                       | 5BB   Lot                  | -0.2117                       |                   | 0.752                 | -2.8833                       |                   | 0.058                 |
|                       | 5BB   8B                   | 1.0733                        |                   | 0.114                 | 5.7708                        |                   | 0.000                 |
|                       | Lot   8B                   | 1.2850                        |                   | 0.061                 | 8.6542                        |                   | 0.000                 |
| Bğm<br>Intern.        | B2   B3                    | 0.3194                        |                   | 0.582                 | 2.8425                        |                   | 0.032                 |
|                       | B2   B4                    | -1.4950                       |                   | 0.013                 | 0.0150                        |                   | 0.991                 |
|                       | B3   B4                    | -1.8144                       |                   | 0.003                 | -2.8275                       |                   | 0.033                 |
|                       | İkililer (Compared Groups) | Kök Ağırlığı Root Weight      |                   |                       | Kök Kalınlığı Root Thickness  |                   |                       |
|                       |                            | Ortalama<br>(Mean Difference) | Fark<br>(p-value) | p-değeri<br>(p-value) | Ortalama<br>(Mean Difference) | Fark<br>(p-value) | p-değeri<br>(p-value) |
| Anaç<br>Grap.<br>Typ. | SO4   5BB                  | -0.0458                       |                   | 0.559                 | -0.2467                       |                   | 0.004                 |
|                       | SO4   Lot                  | 0.0442                        |                   | 0.573                 | -0.6183                       |                   | 0.000                 |
|                       | SO4   8B                   | 0.2683                        |                   | 0.001                 | 0.1333                        |                   | 0.107                 |
|                       | 5BB   Lot                  | 0.0900                        |                   | 0.255                 | -0.3717                       |                   | 0.000                 |
|                       | 5BB   8B                   | 0.3142                        |                   | 0.000                 | 0.3800                        |                   | 0.000                 |
|                       | Lot   8B                   | 0.2242                        |                   | 0.007                 | 0.7517                        |                   | 0.000                 |
| Bğm<br>Intern.        | B2   B3                    | 0.1500                        |                   | 0.032                 | 0.1494                        |                   | 0.039                 |
|                       | B2   B4                    | -0.0206                       |                   | 0.761                 | -0.3931                       |                   | 0.000                 |
|                       | B3   B4                    | -0.1706                       |                   | 0.016                 | -0.5425                       |                   | 0.000                 |

## SONUÇ

Yürütülen analizler sonunda dört düzeyli anaç ana etkisinin kök sayısı hariç diğer tüm yoğunluk kriterleri için anlamlı olduğu ifade edilebilir. Ayrıca üç düzeyli boğum ana etkisi ve anaç ile boğum ana etkilerinin etkileşimi istatistiksel olarak her modelde yine anlamlıdır. Buradan hareketle anaçların kök oluşum yoğunluğu üzerinde etkili olduğu hipotezi istatistiksel bulgular ile desteklenmiş ve ortaya

konmuştur. Anaç faktörü açısından Boğum2'de, 5BB ve SO4 ilgili kriterlere göre baskındır. Boğum3'de SO4 ve 8B üstünlüğü ilgili kriterlere göre gözlemlenmiştir, 8B ise oldukça yoğun köklenme sağlayarak SO4 ve 8B'yi takip etmiştir. Boğum4'de ise 8B kalınlık ve uzunluk açısından yoğun köklenme oluştururken Lot uzunluk, kalınlık ve ağırlık yönünden yoğun köklenme sağlamıştır. Kök yerlerinin kök oluşum yoğunluğu açısından ele alınmasıyla da boğumlar arası

istatistiksel olarak farklılıklar olduğu ortaya konmuştur. Boğum faktörü için dip boğumlarda daha yoğun kök oluşmuştur. İstatistiksel bulgular da farklı boğumlarda farklı kök yoğunluklarının olduğunu desteklemektedir. Ayrıca boğumlar arası kök oluşumunun oldukça zayıf olduğu ortaya konmuştur. Boğumlar üzerinde çıkan köklerin de yönlere göre farklılaşmadığı gözlemlenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Fatime Can'ın yüksek lisans tez araştırmaları için oluşturulan deney düzeninden elde edilen veriler ile yürütülmüştür. Bitkisel materyal temini için Tekirdağ Bağcılık ve Araştırma Enstitüsü'ne 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 1983. Asma Fidanı Standardı. TS3981/Nisan 1983. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 1988. Bağcılık-Aşılama Metod ve Kuralları Standardı. TS625/Aralık 1988. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 1990. Bağcılık Terbiye Şekil ve Kuralları. TS8465/Nisan 1990. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 1992. Budama Metod ve Kuralları. TS10130/Nisan 1992. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Aslan K A, Özcan S, Kösetürkmen S, Yağcı A, Sakar E, Bekişli M İ, Kılıç D 2015. Gaziantep İlinde Asma Fidanı Üretiminde Farklı Çeşit-Anaç Kombinasyonlarının Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A 27(Türkiye 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu Özel Sayısı): 210-216.
- Atilla A 1985. Bağ Dikiminde Mekanizasyon. Türkiye 1. Bağcılık Sempozyumu Bildirileri Cilt: 1, Tarım, Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Yayınları 3: 177-187.
- Barış C 1983. Yurdumuzda Kullanılan Asma Anaçları ve Özellikleri. Tekirdağ Bağcılık Enst. Yayınları 24(3): 24-33.
- Barlass M, Skene K G M 1980. Studies on The Fragmented Shoot Apex of Grapevine. II. Factors Affecting Growth and Differentiation in Vitro. Journal of Experimental Botany 31(121): 489-495.
- Can F 2019. Asma Anaç Çeliklerinde Kök Oluşum Yoğunluğu Yerlerinin Belirlenmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

- Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 32 sy.
- Cangi R, Etker M 2018. The Effects of Rootstock Cutting Thickness on Final Take, Quality of Potted Grapevine Saplings. YYU J Agr Sci 28(özel sayı): 50-56
- Çakır A, Karaca N, Sidfar M, Baral Ç, Söylemezoğlu G 2013. Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Farklı Amerikan Asma Anaçları ile Aşı Tutma Oranının Belirlenmesi. YYU Tar Bil Derg 23(3):229-235.
- Çelik H, Ağaoğlu Y S, Fidan Y, Marasalı B, Söylemezoğlu G 1998. Genel Bağcılık. Sun Fidan A.Ş., Mesleki Kitaplar Serisi:1. Fersa Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti., Ankara, 253 sy.
- Çelik S 2011. Bağcılık (Ampeloloji). Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Cilt 1, 3. Baskı Tekirdağ 423 sy.
- Eroğlu D, Çelik M 2015. Bazı Üzüm Çeşitlerinin Aşılı Asma Fidanı Üretiminde Mikorize Uygulamalarının Etkileri. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A 27(Türkiye 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu Özel Sayısı): 48-55.
- İşçi B, Altındişli, A, Kacar E, Yıldız D, Soltekin O, Önder S, Ünal A, Savaş Y 2015. Farklı Asma Anaçları ile Aşılı Red Globe Üzüm Çeşidinin Fidan Randımanı Üzerine Bir Çalışma. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A 27 (Türkiye 8. Bağcılık Ve Teknolojileri Sempozyumu Özel Sayısı): 17-26.
- Köse B, Çelik H, Karabulut B 2015. Determination of callusing performance and vine sapling characteristics on different rootstocks of 'Merzifon Karası' grape variety (*Vitis vinifera* L.). Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30: 87-94.
- Persuric D, Bubola M, Sradeka S 2015. Influence of Bud Number per Vine on Istrian Malvasia Yield Characteristics Grafted on Different Rootstock. 50. Croatian and 10. International Symposium on Agriculture 16-20 Şubat 2015, Croatia.
- Ruckenbauer W, Traxler H, Vas S, Leuchtner R 1975. Weinbau Heute: Handbuch Für Beratung, Schulung und Praxis. L. Stocker, 608 sy.
- Sabır A 2002. Tüplü asma fidanı üretiminde değişik IBA ve NAA uygulamalarının farklı çeşit/anaç kombinasyonlarında fidan randımanına etkileri üzerinde bir araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 66 sy.
- Santarosa E, Souza P V, Mariath J E, Lourosa G V 2015. Physiological interaction between rootstock-scion: effects on xylem vessels in Cabernet Sauvignon and Merlot grapevines American Journal of Enology and Viticulture 67 (1): 65-76.
- Smart D R, Schwass E, Lakso A, Morano L 2006. Grapevine rooting patterns: A comprehensive analysis and a review. American Journal of Enology and Viticulture 57(1):89-104.

- SPSS 2013. IBM SPSS Statistics 21.0 for Windows. Armonk, NY.
- Sucu S, Yağcı A 2017. Bazı Asma Anaçları Üzerine Aşılı Sultani Çekirdeksiz Çeşidinde Fidan Randımanı ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 54(1):53-59.
- Şengel E, İşçi B, Altındişli A 2012. Effects of Different Culture Media on Rooting in Grafted Grapevine. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 49 (2): 143-148.
- Şenoğlu B, Acıtaş Ş 2011. İstatistiksel Deney Tasarımı: Sabit Etkili Modeller. 2. Basım. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 390 sy.
- Yağcı A, Aydın S 2015. Açık Köklü Asma Fidanı Üretiminde Farklı Gölgeleme Oranlarının Fidan Randımanı ve Kalitesine Etkileri. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27:146-153.
- Yağcı A, Gökaynak A G 2016. Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Fidan Randımanı ve Kalitesi Üzerine Anaç ve Gölgeleme Oranının Etkisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 53(1): 109-116.





## Bitki Yaşı ve Hasat Zamanının Kuşkonmaz Verimi ve Sürgün Kalitesi Üzerine Etkileri

Şebnem KÖKLÜ<sup>1</sup>, Sevda DOLUNBAY<sup>2</sup>, Gökçen YAKUPOĞLU<sup>3</sup>, Aygül KARACA<sup>4</sup>, Abdullah HAVAN<sup>5</sup>

Ahmet KOKRMAZ<sup>6\*</sup>

<sup>1,2,4,5,6</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, <sup>3</sup>Bozok Üniversitesi Boğazlıyan Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Aromatik Bitkiler Programı, Yozgat Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-5769-2963>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9845-1990>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-4921-0925>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-9142-9678>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-2892-681X>, <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0002-3886-5953>

\*: akorkmaz@ksu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı farklı hasada başlama yaşı (2 ve 3 yaş) ve hasat zamanlarının (bahar ve yaz aylarında) kuşkonmaz verimi ve sürgün kalitesi üzerine etkilerini araştırmaktır. Bu amaçla UC 157 F<sub>1</sub> çeşidi kuşkonmaz fideleri 2011 ve 2012 yıllarında araziye dikilmişlerdir. Hasada bitkiler iki ve üç yaşlarına geldikleri 2014 yılında başlanmış ve kuşkonmaz bitkilerinin yarısı ilkbaharda diğer yarısı da yazın hasat edilmiştir. Hasada başlama yaşı sürgün verimi ve kalitesini önemli bir şekilde etkilemiş ve 2 yaşında hasada başlanan bitkilerden daha az sayıda sürgün hasat edilmiştir. Ayrıca hasat zamanı, sürgün verimi ve kalitesini etkilemiş ve baharda hasat edilen bitkilerden daha fazla sayıda ve daha kalın sürgün hasat edilmiştir. Baharda yapılan hasat sonucunda 8-12 mm kalınlığa sahip sürgün sayısı azalmış buna karşın 12-16 mm ve 16 mm'den kalın sürgün sayısında artış gözlenmiştir. Tüm bu sonuçlar kuşkonmaz bitkilerinin 2. yılda uzun dönem sürgün verim ve kalitesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmadan hasat edilebileceğini göstermiştir. Ayrıca, sürgünlerin sayısı ve kalitesi dikkate alındığında, yaz hasadının sadece ürün fiyatının yüksek olması kaydıyla bahar hasadına alternatif olabileceği görülmüştür.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 04.10.2019

Kabul Tarihi : 27.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

Kuşkonmaz

Bitki yaşı

Verim

Hasat zamanı

Sürgün kalitesi

## The Effects of Plant Age and Harvest Time on Asparagus Yield and Quality

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of harvest time and the age at first harvest after transplanting (2 and 3 years old) on asparagus yield and spear quality. For this purpose, UC 157 F<sub>1</sub> variety asparagus seedlings were transplanted in the field in 2011 and 2012. Harvesting started in 2014 when the plants were 2 or 3 years old and half of the asparagus plants were harvested in the spring while the other half in the summer. Plant age significantly affected the spear yield and spear thickness with younger plants producing fewer spears. In addition, harvest time also had a significant effect on the number of spears per plant harvested and spear quality. Harvesting asparagus in the spring resulted in higher number of spears per plant and thicker spears. Harvesting in the spring also caused fewer number of spears per plant having a thickness of 8-12 mm but resulted in more spears having a diameter of 12-16 mm or thicker than 16 mm in comparison with summer harvest. All these results clearly indicated that harvesting could begin in the second year without any significant long-term effect on spear yield and quality. Moreover, considering the spear yield and quality, summer harvests could be an alternative to spring harvests only if the market prices are higher.

### Research Article

#### Article History

Received : 04.10.2019

Accepted : 27.01.2020

#### Keywords

Asparagus

Plant age

Yield

Harvest time

Spear quality

## GİRİŞ

Kuşkonmaz (*Asparagus officinalis* L.), *Asparagaceae* familyasının bir üyesi olup iki evcikli, otsu ve çok yıllık bir sebzedir. Beyaz ve yeşil sürgünleri taze pazarlanabildiği gibi konserve ve dondurulmuş olarak işlendikten sonra da tüketilmektedir. Batı ülkelerinde ve ABD’de çok değer verilen ve pahalı bir sebze olan kuşkonmazın anavatanı yurdumuzun da içinde bulunduğu Doğu Akdeniz olmasına rağmen halkımızca iyi tanınmadığı için ülkemizde önemli miktarlarda üretilip tüketilen bir sebze değildir (Eşiyok, 2012). İzmir ve çevresinde, Aydın, Muğla ve Manisa’da yabani formları bulunmakta ve ilkbaharda doğadan toplanarak sebze olarak değerlendirilmektedir.

Kuşkonmaz iklim istekleri bakımından seçici bir sebze değildir. Afrika’dan Kuzey Avrupa ülkelerine kadar geniş bir coğrafyada başarıyla üretilmektedir. Toprak ve hava sıcaklığı tomurcuk patlaması ve sürgün gelişimi için kritik bir role sahiptir. Tomurcuk patlaması için gerekli olan toprak sıcaklığı 5 °C iken sürgün çıkışı için toprak sıcaklığının 13-14 °C’ye ulaşması gerekmektedir (Dufault, 1994). Kuşkonmazda verim, bir önceki yıl köklerde biriken karbonhidrata bağlıdır (Gasecka vd., 2009; Krzsenski vd., 2008) ve köklerde çoğunlukla fruktoz (toplam depolanan karbonhidratların %50-90) biriktirilir (Shiomi, 1992; Drost, 1997). Kuşkonmazda hasat periyodunun uzun tutulması yıllık sürgün verimini artırırken bir sonraki yılın verimini ve bitki ömrünü olumsuz etkilemektedir (Shelton ve Lacy, 1980; Williams ve Garthwaite, 1973). Hasadın sona ermesinden sonra gelişen sürgünler büyüyerek toprak üstü yeşil aksamı oluşturur. Bitkinin hayatta kalması ve sonraki yıllarda yüksek verim alınabilmesi için hasat süresi ile bitki aksamının gelişimi arasındaki dengenin iyi bir şekilde kurulması gerekmektedir. Bu denge, bitki büyüklüğüne, yaşına, hasat süresinin uzunluğuna, bitkinin içinde bulunduğu büyüme mevsiminin uzunluğuna ve bitki büyümesini sınırlayan çevresel faktörlere bağlıdır (Bohowmik ve Matsui, 2003; Robb, 1984).

Kuşkonmazda hasat genelde fide dikiminden sonra 3. yılda başlar (Dufault, 1994; Akan, 2014) ve bakım koşulları ve hasat döneminin uzunluğuna göre değişmekle birlikte 12-15 yıl sürebilir (Alan, 2017). Dikimden 1 yıl sonra (2. yıl) yapılan hasadın bazı kaynaklarda sürgün sayısı, sürgün çapı ve dolayısıyla toplam verimi olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir (Lloyd ve McCollum, 1938). Buna karşılık bazı araştırmacılar dikimden 1 yıl sonra yapılan hasadın verim ve kalitede herhangi bir olumsuz etkiye yol açmadığını bildirmişlerdir (Dufault, 1994; Benson ve Motes, 1982).

Kuşkonmaz hava sıcaklıklarına bağlı olarak Kuzey yarım kürede, erken ilkbaharda (Ocak sonu-Şubat

başı) hasat edilmeye başlar. Hasat bitki yaşına bağlı olarak 2-8 hafta sürer ve hasat sona erdikten sonra taze kuşkonmaz ihtiyacı farklı bölgelerden ya da farklı ülkelerden (özellikle güney yarıkürede yer alan) temin edilmeye çalışılır. Bu sebeple kuşkonmaz yetiştiriciliği yaygın şekilde yapılan ülkelerde kuşkonmazı yazın hasat etme fikri doğmuş ve bu yönde çalışmalar yapılmıştır. Yazın kuşkonmazı hasat etmek için toprak üstü aksamının biçilerek bitkileri yeniden sürmeye zorlanması gerekmektedir. Bitkileri yazın hasada zorlamak özellikle yetiştirme periyodunun uzun olduğu güney bölgelerde mümkündür. Bazı araştırmalarda yazın yapılan hasadın kalın sürgün sayısını arttırdığı ifade edilmesine rağmen bazıları da baharda yapılan hasatlara kıyasla sürgün kalitesini olumsuz etkilediği ve bu durumun köklerdeki karbonhidrat birikiminin yetersizliğinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Dufault, 1994 ve 1995). Ayrıca, ilkbahar ve yaz olmak üzere yılda iki kez yapılan hasadın, kış dinlenmesinden önce karbonhidrat rezervlerini doldurmak için gereken zamanı azalttığı belirtilmiştir (Brasher, 1956).

Ülkemizde kuşkonmaz tüketimi yabancıların toplanması ve tüketime sunulması ile sınırlı kalmış ve yetiştiriciliği bir kaç küçük çaplı deneme haricinde maalesef yaygınlaşmamıştır. Ayrıca, kuşkonmazda hem ilk hasada başlama yaşı hem de klasik bahar hasadına alternatif olarak yaz hasadı üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle yürütülen bu çalışmada farklı hasada başlama yaşı (2 ve 3 yaşında) ile farklı zamanlarda (bahar ve yaz aylarında) yapılan hasadın kuşkonmaz verimi ve sürgün kalitesi üzerine uzun dönem etkilerini belirleyerek Türkiye kuşkonmaz yetiştiriciliği ve üretimine katkı sağlamak amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Araştırma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü uygulama bahçesi ile Tohum ve Sebze Fizyolojisi laboratuvarında 2011-2016 tarihleri arasında yürütülmüştür. Araştırmada ‘UC 157’ F<sub>1</sub> kuşkonmaz çeşidi materyal olarak kullanılmıştır.

### Yöntem

Yetiştiricilik öncesinde arazinin toprak özellikleri hakkında bilgi edinebilmek amacıyla 30 cm derinlikte deneme parselinin 4 farklı yerinden alınmış toprak örnekleri üzerinde Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü’ne ait laboratuvarında fiziksel ve kimyasal analizler yaptırılmıştır. Toprak analiz sonuçlarına göre deneme arazisinin topraklarının killi-tınlı bünyeye sahip olduğu ve pH değerinin ise 7.8 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca deneme arazisi

toprağının organik madde içeriği %0.64, tuz miktarı %0.12, kireç miktarı %17.1 fosfor miktarının 7.65 mg kg<sup>-1</sup> ve potasyum miktarı da 255.5 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

Kuşkonmaz tohumları 2011 ile 2012 yıllarının Mart ayında viyollere ekilmiş ve elde edilen fideler daha iyi gelişmeleri için 4 hafta sonra serada saksılara aktarılmıştır. On haftalık fideler, Nisanın son haftasında araştırma parseline sıra arası 140 cm ve sıra üzeri 50 cm olacak şekilde dikilmiştir. Arazi dikim öncesi ve takip eden yıllarda, kış aylarında (Aralık-Ocak) 15:15:15 NPK gübresi (80 kg da<sup>-1</sup>) ile gübrenelmiştir. Bitkiler damla sulama ile sulanmış ve vejetasyon döneminde üç kez 20:20:20+iz element gübresi (25 kg da<sup>-1</sup>) ile gübrenelmiştir (Drost, 2013). Kuşkonmazlara herhangi bir pestisit uygulanmamış olup yabancı otlar mücadele elle veya çapalama yapmak suretiyle sağlanmıştır. Sonbaharda (Ekim sonu-Kasım başı) yapraklarının sararmaya başlamasıyla birlikte bitkiler toprak üzerinden biçilmiş ve kış dinlenmesine bırakılmıştır. Deneme iki farklı hasada başlama yaşı (2 ve 3 yaş) ve iki farklı hasat zamanının (bahar ve yaz) verime olan etkisini araştırmak üzere faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur. Her bir uygulama üç kez yinelenmiş ve her tekerrürde 15 ile 20 arasında değişen sayıda bitki yer almıştır.

Bitkilerin hasadına 2014 yılından itibaren başlanılmıştır; 2012 yılında dikilen kuşkonmazlar ilk kez 2 yaşında hasat edilirken, 2011 yılında dikilmiş olan kuşkonmazlar ise 3 yaşında hasat edilmiştir. Baharda bitkiler toprak sıcaklığına göre değişmekle birlikte 2014 yılında 18 Mart-18 Nisan, 2015 yılında 28 Mart-28 Nisan ve 2016 yılında ise 21 Mart-22 Nisan tarihlerinde tarihleri arasında her gün hasat edilmiştir. Yazın hasat edilen bitkilerde baharda hasat yapılmadan sürgünler büyümeye bırakılmıştır. Mayıs ayının son haftasında bitkiler toprak seviyesinden biçilerek sürmeye zorlanmıştır. Her 3 yılda da 1-30 Haziran tarihleri arasında bitkiler hasat edilmiştir. Hasat edilen tüm sürgünlerin uzunlukları ve kalınlıkları (sürgünlerin dip kısımlarının çapları) dijital kumpasla belirlenmiş ve daha sonra sürgünler kalınlıklarına göre sınıflandırılmıştır. Öncelikle herhangi bir şekil bozukluğu olmayan ve sürgün çapı 8 mm'den büyük olan sürgünler pazarlanabilir olarak belirlenmiş ve kendi aralarında çaplarına göre 3 farklı gruba (8-12 mm-ince, 12-16 mm-orta ve >16 mm jumbo) ayrılmıştır. Sürgün çapı 8 mm'den küçük olanlar (çok ince) ile şekilsiz ve açılmış olan sürgünler ise pazarlanamaz olarak kaydedilmiştir.

Kuşkonmazda farklı yaştaki bitkilerde farklı zamanlarda yapılan hasadın köklerde ağırlıklı olarak depolanan bir karbonhidrat türü olan fruktoz içeriği üzerine etkileri belirlenmiştir.

Kuşkonmazda farklı yaştaki bitkilerde farklı

zamanlarda yapılan hasadın köklerde ağırlıklı olarak depolanan bir karbonhidrat türü olan fruktoz içeriği üzerine etkileri belirlenmiştir. Bunun için 5 farklı zamanda (bahar hasadı başında, bahar hasadı sonunda, yaz hasadı başında, yaz hasadı sonunda ve sonbaharda bitkiler biçildiğinde) her bir uygulamanın her bir tekerrüründen rasgele seçilmiş bitkilerden kök örnekleri alınmıştır. Alınan kök örnekleri iyice yıkanmış, etüvde 70 °C de 72 saat boyunca kurutulmuş ve sonrasında değirmen yardımıyla öğütülmüştür. Kurutulmuş ve öğütülmüş kök örneklerinde karbonhidrat içeriğinin belirlenmesi Morris (1948)'in metoduna göre yapılmıştır. Araştırma sonucu elde edilen veriler, hasat yapılan her bir yıl için ayrı olarak SAS istatistik paket programı kullanarak iki faktörlü olarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ana faktör ve önemli olması durumunda interaksyon ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde LSD (aşgari önemli fark) testi kullanılmıştır.

## BULGULAR

Çizelge 1 ve 2'de yıllara göre sunulan varyans analiz sonuçları incelendiğinde, bitki yaşının özellikle sürgün kalitesi ve bitki başına düşen sürgün sayısı üzerine istatistiksel anlamda önemli bir etkisinin olduğu, hasat zamanının sürgün sayısı ve sürgün kalitesini etkileyen özelliklerin neredeyse tamamı üzerinde önemli bir etkisinin bulunduğu belirlenmiştir. Yine Çizelge 1 ve 2 incelendiğinde ikili interaksyon (BY x HZ) etkisinin 2014 yılında elde edilen sürgünlerin ortalama çap değerleri hariç istatistiksel anlamda bir farklılık meydana getirmediği görülmektedir.

Hasada başlama yaşı ve farklı zamanlarda yapılan hasadın bitki başına düşen pazarlanabilir sürgün sayısı, ortalama sürgün çapı ve boyu üzerine olan etkileri Çizelge 3'de sunulmuştur. Yıllara göre elde edilen veriler incelendiğinde hasada başlama yaşının bitki başına düşen sürgün sayısı üzerine önemli bir etkisinin olduğu görülmüş ve yaşa bağlı olarak sürgün sayısında önemli artışlar meydana gelmiştir. Özellikle 3 yaşında hasada başlanan bitkilerde hasadın ilk yılı olan 2014 yılında 8.4 adet olan bitki başına düşen sürgün veriminin 2015 yılında 13.76 olduğu 2016 yılına gelindiğinde ise artarak 18.67'lere çıktığı belirlenmiştir. Üç yaşında hasada başlama zamanı, iki yaşında hasada başlama zamanı ile kıyaslandığında 2014 yılında %140, 2015 yılında %79 ve 2016 yılında ise %74'lük oranda bitki başına sürgün sayısında artış sağlamıştır. Hasat zamanının ilk hasat yılı olan 2014 yılında önemli bir etkisinin olmadığı görülmüş fakat takip eden yıllarda baharda yapılan hasatlardan yazın yapılan hasatlara kıyasla %58-%98 arasında değişen oranlarda bitki başına daha fazla sayıda pazarlanabilir sürgün elde edilmiştir.

Ortalama sürgün çapı üzerine, hasadın ilk iki yılında hasada başlama yaşının önemli bir etkisi gözlemlenmemiş, fakat 2016 yılında istatistiksel olarak

Çizelge 1. Farklı yaşlarda ve zamanlarda hasat edilen pazarlanabilir kuşkonmaz sürgünlerinin sayısı, çapı ve uzunluğuna ait varyans analiz tablosu

Table 1. *Asparagus marketable spear yield as influenced by plant age and harvest time*

| Uygulamalar<br>(Treatments)            | Sürgün/bitki (adet)<br>(spear/plant) |            |            | Ortalama çap (mm)<br>(Spear diameter) |            |            | Ortalama boy (cm)<br>(Spear length) |            |            |
|--|--------------------------------------|------------|------------|---------------------------------------|------------|------------|-------------------------------------|------------|------------|
|  | 2014                                 | 2015       | 2016       | 2014                                  | 2015       | 2016       | 2014                                | 2015       | 2016       |
| Bitki yaşı (BY)<br>(Plant age-PA)      | ***                                  | **         | *          | ÖD<br>(NS)                            | ÖD<br>(NS) | *          | ÖD<br>(NS)                          | ÖD<br>(NS) | ÖD<br>(NS) |
| Hasat zamanı (HZ)<br>(Harvest time-HT) | ÖD                                   | **         | *          | **                                    | ***        | ***        | ÖD                                  | ÖD         | ***        |
| BY x HZ<br>(PA x HT)                   | ÖD<br>(NS)                           | ÖD<br>(NS) | ÖD<br>(NS) | **                                    | ÖD<br>(NS) | ÖD<br>(NS) | ÖD<br>(NS)                          | ÖD<br>(NS) | ÖD<br>(NS) |

\*\*\*:  $p \leq 0.001$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0,05$ , ÖD: önemli değil. NS: not significant

Çizelge 2. Farklı yaşlarda ve zamanlarda hasat edilen pazarlanabilir kuşkonmaz sürgünlerinin kalite özelliklerine ait varyans analiz tablosu

Table 2. *Asparagus marketable spear quality characteristics as influenced by plant age and harvest time*

| Uygulamalar<br>(Treatments)            | 8-12 mm<br>sürgün/bitki<br>(8-12 mm spear/plant) |            |            | 12-16 mm<br>sürgün/bitki<br>(12-16 mm spear/plant) |            |            | >16 mm<br>sürgün/bitki<br>(>16 mm spear/plant) |            |            |
|--|--|------------|------------|--|------------|------------|--|------------|------------|
|  | 2014   | 2015       | 2016       | 2014   | 2015       | 2016       | 2014   | 2015       | 2016       |
| Bitki yaşı (BY)<br>(Plant age-PA)      | **   | *          | *          | **   | *          | *          | ***  | **         | ÖD<br>(NS) |
| Hasat zamanı (HZ)<br>(Harvest time-HT) | **   | ÖD         | **         | ÖD   | **         | ÖD         | **   | ***        | ***        |
| BY x HZ<br>(PA x HT)                   | ÖD<br>(NS)                                       | ÖD<br>(NS) | ÖD<br>(NS) | ÖD<br>(NS)   | ÖD<br>(NS) | ÖD<br>(NS) | ÖD<br>(NS)                                     | ÖD<br>(NS) | ÖD<br>(NS) |

\*\*\*:  $p \leq 0.001$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0,05$ , ÖD: önemli değil. NS: not significant

Çizelge 3. Hasada başlama yaşı ve farklı zamanlarda yapılan hasadın bitki başına düşen pazarlanabilir sürgün sayısı, sürgün kalınlığı ve sürgün uzunluğu üzerine etkileri

Table 3. *The effect of plant age and harvest time on number of marketable asparagus spears, spear diameter and spear length*

| Yıl<br>(Year) | Uygulamalar<br>(Treatments)   | Sürgün/bitki (adet)<br>(Spear/plant) | Ortalama çap (mm)<br>(Spear diameter) | Ortalama boy (cm)<br>(Spear length) |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 2014          | Bahar hasadı (Spring harvest) | 5.65±1.35                            | 12.15±0.19 a                          | 25.19±0.22                          |
|               | Yaz hasadı (Summer harvest)   | 6.22±1.17                            | 10.92±0.15 b                          | 26.13±0.37                          |
|               | 2 yaş (2 years old)           | 3.50± 0.43 b                         | 11.47±0.15                            | 25.71±0.34                          |
|               | 3 yaş (3 years old)           | 8.40±0.77 a                          | 11.60±0.43                            | 25.60±0.40                          |
| 2015          | Bahar hasadı (Spring harvest) | 14.27±2.53 a                         | 14.41 ±0.24 a                         | 25.64±0.15                          |
|               | Yaz hasadı (Summer harvest)   | 7.19±0.82 b                          | 11.98±0.20 b                          | 25.62±0.21                          |
|               | 2 yaş (2 years old)           | 7.69±1.001 b                         | 13.45±0.50                            | 25.52±0.23                          |
|               | 3 yaş (3 years old)           | 13.76±2.724 a                        | 12.93±0.64                            | 25.73±0.112                         |
| 2016          | Bahar hasadı (Spring harvest) | 17.99±3.75 a                         | 15.85 ±0.44 a                         | 24.17±0.15 b                        |
|               | Yaz hasadı (Summer harvest)   | 11.40 ±0.70b                         | 12.36±0.20 b                          | 26.25±0.11 a                        |
|               | 2 yaş (2 years old)           | 10.71±0.54. b                        | 14.59±0.61 a                          | 25.26±0.53                          |
|               | 3 yaş (3 years old)           | 18.67± 3.50 a                        | 13.62±0.72 b                          | 25.16±0.43                          |

a, b, c; Sütun içerisinde aynı harf ile işaretlenmiş ortalamalar  $P < 0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir. Means followed by the same letter within the column are not statistically different at  $P < 0.05$

( $p<0.05$ ) bir etkiye sahip olmuş ve iki yaşında hasada başlanan bitkilerden elde edilen sürgünlerin ortalama çapı (14.59 mm), 3 yaşında hasada başlanan sürgünlerin ortalama çapına (13.62 mm) kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca hasat zamanının sürgün çapı üzerine tüm sezonlarda önemli bir etki yaptığı görülmüş ve baharda hasat edilen sürgünlerin kalınlığının yazın hasat edilenlere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Hasada başlama yaşı ve hasat zamanı arasındaki interaksiyon ilişkisi ortalama sürgün çapı üzerinde araştırmanın ilk yılı olan 2014 senesinde önemli bulunmuş ve en kalın sürgünler (12.60 mm) ilk kez 3. yılda baharda hasat edilen bitkilerden, en ince sürgünler ise bitki yaşı fark etmeksizin yazın hasat edilen bitkilerden elde edilmiştir (Çizelge 4). Ortalama sürgün boyları üzerine bitki yaşının önemli bir etkisi belirlenmez iken, hasat zamanının etkisi 2016 yılında ( $p<0.001$ ) önemli bulunmuştur. Bu yılda yazın hasat edilen sürgünlerin boy ortalamasının (26.25 cm), bahar hasatlarına (24.17 cm) kıyasla arttırdığı görülmüştür.

Hasada başlama yaşı ve hasat zamanının sürgünlerin kalitesinin dağılımı üzerine etkileri Çizelge 5'de sunulmuştur. Uygulamaların ince (8-12 mm) sürgünler üzerine etkisi incelendiğinde, hasada başlama yaşı tüm hasat sezonlarında sürgün sayısını

önemli bir seviyede etkilediği ve ilk kez 3. yılda hasat edilen bitkilerden daha fazla sayıda ince sürgün elde edildiği bulunmuştur. Hasat zamanının etkisi ise 2015 yılı hariç tüm sezonlarda önemli bulunmuş ve yazın hasat edilen bitkilerden daha fazla sayıda ince sürgün hasat edilmiştir. Uygulamaların genelde pazarın en çok tercih ettiği orta kalınlıktaki (12-16 mm) sürgün sayısı üzerine olan etkileri değerlendirildiğinde, baharda yapılan hasatlardan yaz hasatlarına kıyasla daha fazla sayıda sürgün elde edilmesine rağmen hasat zamanının etkisi 2015 yılı hariç diğer yıllarda istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, ilk kez 3. yılda hasat edilen bitkilerden 2. yılda hasat edilenlere kıyasla her üç hasat sezonunda da daha fazla sayıda sürgün elde edilmiştir. Yine ilk kez 3. yılda hasat edilen bitkilerden 2. yılda hasat edilenlere kıyasla araştırmanın son yılı olan 2016 yılı hariç diğer iki hasat sezonunda da jumbo kalınlıkta daha fazla sayıda sürgün hasat edilmiştir. Buna karşılık hasat zamanı jumbo sürgün sayısı üzerinde her 3 yılda da etkili olmuş ve baharda hasat edilen bitkilerden yazın hasat edilenlere kıyasla daha fazla sayıda jumbo sürgün elde edilmiştir. Hasada başlama yaşı ve hasat zamanının 3 hasat sezonu boyunca bitki başına elde edilen pazarlanamaz sürgün sayısı üzerine tüm yıllarda önemli etkiye sahip olduğu olduğu görülmüştür (Çizelge 6 ve 7).

Çizelge 4. Hasada başlama yaşı ve hasat zamanının 2014 yılında elde edilen sürgünlerin kalınlığı üzerine etkileri  
Table 4. Interaction effect of plant age and harvest time on spear diameter in 2014

| Hasat Zamanı (Harvest time) | Hasada Başlama Yaşı (Plant age at first harvest) |                     |                 |
|-----------------------------|--|---------------------|-----------------|
|                             | 2 yaş (2 years old)                              | 3 yaş (3 years old) | Ortalama (Mean) |
| Bahar (Spring)              | 11.80±0.1 b                                      | 12.60±0.1 a         | 12.15 ±0.2 a    |
| Yaz (Summer)                | 11.10±0.1 bc                                     | 10.60±0.2 c         | 10.90±0.2 b     |
| Ortalama (Mean)             | 11.47±0.2  | 11.60 ±0.4          |                 |

a, b, c; Sütun içerisinde aynı harf ile işaretlenmiş ortalamalar  $P<0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir. Means followed by the same letter within the column are not statistically different at  $P<0.05$

Çizelge 5. Hasada başlama yaşı ve hasat zamanının sürgün kalitesinin dağılımı üzerine etkileri  
Table 5. The effect of plant age and harvest time on marketable spear quality

| Yıl (Year) | Uygulamalar (Treatments)      | 8-12 mm sürgün/bitki (8-12 mm spear/plant) | 12-16 mmsürgün/bitki (12-16 mm spear/plant) | >16 mm sürgün/bitki (>16 mm spear/plant) |
|------------|-------------------------------|--|---|--|
| 2014       | Bahar hasadı (Spring harvest) | 2.98±0.62 b                                | 2.03±0.55                                   | 0.64±0.21 a                              |
|            | Yaz hasadı (Summer harvest)   | 4.39±0.87 a                                | 1.63±0.34                                   | 0.20±0.04 b                              |
|            | 2 yaş (2 years old)           | 2.24±0.30 b                                | 1.05±0.14 b                                 | 0.18±0.04 a                              |
|            | 3 yaş (3 years old)           | 5.13±0.65 a                                | 2.62±0.40 a                                 | 0.66±0.20 b                              |
| 2015       | Bahar hasadı (Spring harvest) | 3.40±1.43                                  | 5.42±0.81 a                                 | 5.42±0.81 a                              |
|            | Yaz hasadı (Summer harvest)   | 3.90±0.54                                  | 2.56±0.33 b                                 | 2.56±0.33 b                              |
|            | 2 yaş (2 years old)           | 2.65±0.22 b                                | 4.20±0.48 b                                 | 3.01±0.88 a                              |
|            | 3 yaş (3 years old)           | 5.47±1.15 a                                | 7.15±0.90 a                                 | 4.96±0.98 b                              |
| 2016       | Bahar hasadı (Spring harvest) | 1.84±0.69 b                                | 6.74±1.43                                   | 8.04±1.21 a                              |
|            | Yaz hasadı (Summer harvest)   | 5.41±0.51 a                                | 4.60±0.28                                   | 1.38±1.36 b                              |
|            | 2 yaş (2 years old)           | 2.75±0.73 b                                | 3.01±0.40 b                                 | 3.76±1.10                                |
|            | 3 yaş (3 years old)           | 4.50±1.09 a                                | 4.96±0.91 a                                 | 5.66±2.08                                |

a, b, c; Sütun içerisinde aynı harf ile işaretlenmiş ortalamalar  $P<0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir. Means followed by the same letter within the column are not statistically different at  $P<0.05$

Çizelge 6. Farklı yaşlarda ve zamanlarda hasat edilen pazarlanamaz kuşkonmaz sürgünlerinin bitki başına düşen sürgün sayısına ait varyans analiz tablosu

Table 6. *Asparagus cull spear yield as influenced by plant age and harvest time*

| Uygulamalar ( <i>Treatments</i> )            | Sürgün/bitki (adet) (spear/plant) |         |         |
|--|-----------------------------------|---------|---------|
|  | 2014                              | 2015    | 2016    |
| Bitki yaşı (BY) ( <i>Plant age-PA</i> )      | ***                               | ***     | *       |
| Hasat zamanı (HZ) ( <i>Harvest time-HT</i> ) | ***                               | *       | **      |
| BY x HZ ( <i>PA x HT</i> )                   | *                                 | ÖD (NS) | ÖD (NS) |

\*\*\*:  $p \leq 0.001$ , \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$ , ÖD: önemli değil. NS: not significant

Çizelge 7. Farklı yaşlarda ve farklı zamanlarda yapılan hasadın bitki başına düşen pazarlanamaz sürgün sayısı üzerine olan etkileri

Table 7. *The effect of plant age and harvest time on number of cull asparagus spears*

| Hasat Zamanı ( <i>Harvest time</i> ) | Hasada Başlama Yaşı ( <i>Plant age at first harvest</i> ) |                              |                 |
|--------------------------------------|---|------------------------------|-----------------|
|                                      | 2 yaş ( <i>2 years old</i> )                              | 2 yaş ( <i>2 years old</i> ) | Ortalama (Mean) |
| Bahar ( <i>Spring</i> )              | 1.1± 0.1 c  | 2.1± 0.5 bc                  | 1.6± 0.3 b      |
| Yaz ( <i>Summer</i> )                | 3.2± 0.3 b  | 6.4± 0.4 a                   | 4.8± 0.8 a      |
| Ortalama ( <i>Mean</i> )             | 2.2 ± 0.5 b   | 4.3± 1.0 a                   |                 |

a, b, c; Aynı harf ile işaretlenmiş ortalamalar  $P < 0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir. Means followed by the same letter are not statistically different at  $P < 0.05$

Çizelge 6 ve 7'deki sonuçlar detaylı incelendiğinde yazın hasat yapılan bitkilerden baharda hasat edilenlere kıyasla, ayrıca dikimden sonra 3. sene ilk kez hasat yapılan bitkilerden de dikimi takip eden yıl hasadı yapılanlara kıyasla daha fazla sayıda pazarlanamaz sürgün elde edildiği görülmüştür.

Ayrıca hasadın ilk yılı olan 2014 sezonunda uygulamalar arasındaki interaksyon ilişkisi önemli bulunmuş ve en fazla sayıda pazarlanamaz sürgün, dikimi takiben 3. senenin yazında hasat edilen bitkilerden elde edilirken en az sayıda pazarlanamaz sürgün ise dikimi takip eden senenin baharında hasat edilen bitkilerden elde edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Hasada başlama yaşı ve hasat zamanının 2014 yılında bitki başına düşen pazarlanamaz sürgün sayısı üzerine etkileri

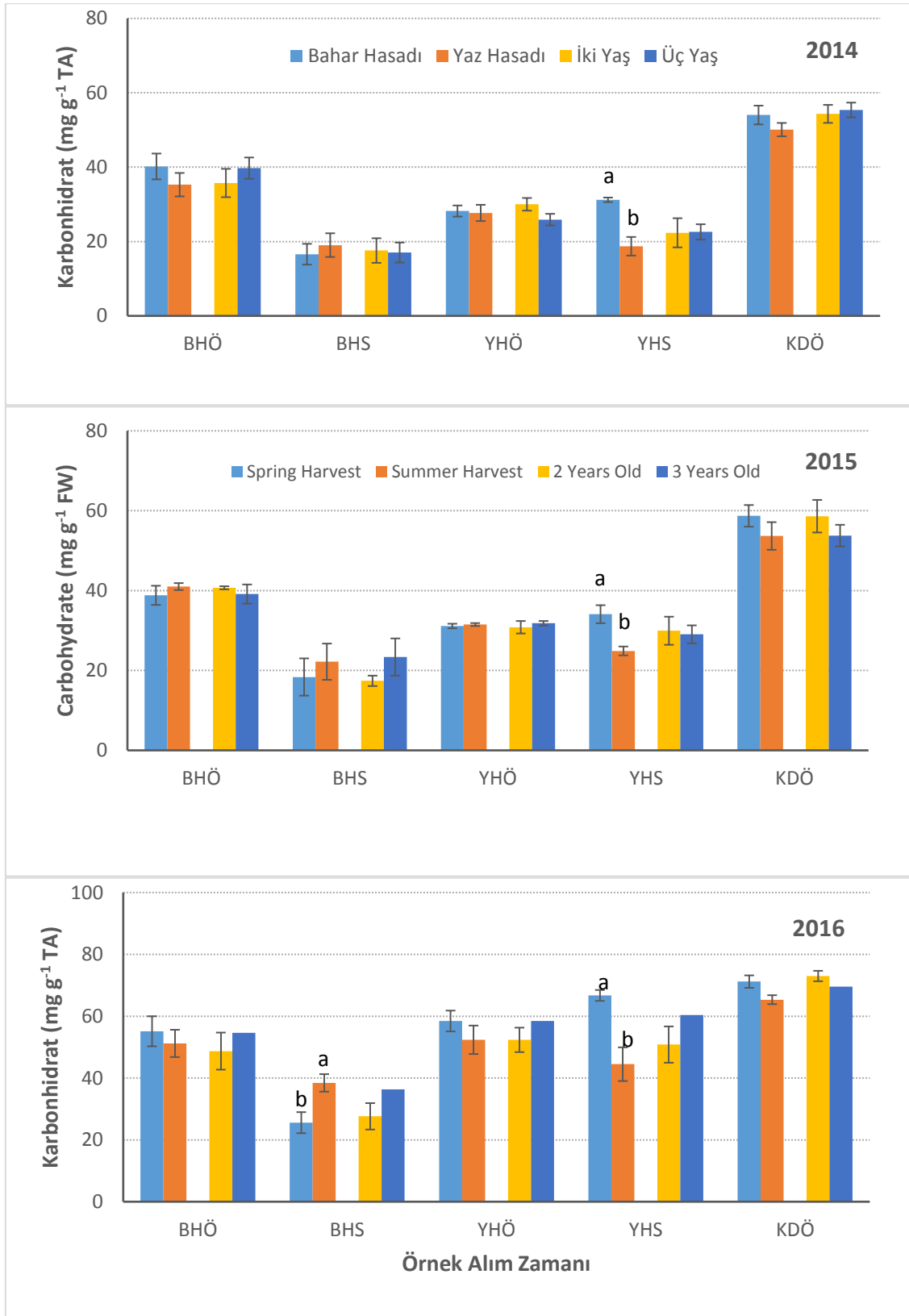
Table 8. *Interaction effect of plant age and harvest time on number of cull spears in 2014*

| Yıl ( <i>Year</i> ) | Uygulamalar ( <i>Treatments</i> )      | Sürgün/bitki (adet) (spear/plant) |
|---------------------|--|-----------------------------------|
| 2014                | Bahar hasadı ( <i>Spring harvest</i> ) | 1.61±0.31 b                       |
|                     | Yaz hasadı ( <i>Summer harvest</i> )   | 4.82±0.75 a                       |
|                     | 2 yaş ( <i>2 years old</i> )           | 2.17±0.50 b                       |
|                     | 3 yaş ( <i>3 years old</i> )           | 4.26±1.01 a                       |
| 2015                | Bahar hasadı ( <i>Spring harvest</i> ) | 2.89±0.90 b                       |
|                     | Yaz hasadı ( <i>Summer harvest</i> )   | 4.79±0.75 a                       |
|                     | 2 yaş ( <i>2 years old</i> )           | 2.47±0.38 b                       |
|                     | 3 yaş ( <i>3 years old</i> )           | 5.21±0.89 a                       |
| 2016                | Bahar hasadı ( <i>Spring harvest</i> ) | 2.93±1.08 b                       |
|                     | Yaz hasadı ( <i>Summer harvest</i> )   | 5.68±1.09 a                       |
|                     | 2 yaş ( <i>2 years old</i> )           | 2.45±0.64 b                       |
|                     | 3 yaş ( <i>3 years old</i> )           | 6.16±1.15 a                       |

a, b, ; Aynı harf ile işaretlenmiş ortalamalar  $P < 0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir. Means followed by the same letter are not statistically different at  $P < 0.05$

Hasada başlama yaşı ve farklı zamanlarda yapılan hasadın kuşkonmaz köklerinde depolanan karbonhidrat içeriğindeki değişimler incelendiğinde her üç yılda da uygulamalar arasında karbonhidrat içeriği yönünden çok ciddi farklılıkların oluşmadığı görülmüştür (Şekil 1). Kış dinlenmesi sonrası bahar hasadı öncesinde tüm bitkilerin benzer karbonhidrat içeriğine sahip oldukları gözlemlenmiş ve doğal olarak

sürgünlerin gelişmesi ve 1 ay süren hasat sonrasında hasat yapılan bitkiler, hasat yapılmayan bitkilere kıyasla daha düşük miktarlarda karbonhidrat biriktirmişlerdir. Hasadın bitmesi sonrasında fotosentez yapan sürgünlerin gelişmesiyle bitkilerin köklerinde depolanan karbonhidrat içeriğinde artış gözlemlenmiş ancak yazın hasat edilen bitkilerde karbonhidrat içeriği yine önemli seviyede azalmıştır.



Şekil 1. Üç hasat sezonu boyunca kuşkonmaz köklerinin karbonhidrat içeriğindeki değişimler. BHÖ: Bahar hasadı öncesi. BHS: Bahar hasadı sonrası. YHÖ: Yaz hasadı öncesi. YHS: Yaz hasadı sonrası ve KDÖ: Kış dinlenmesi öncesi

Figure 1. Variations in carbohydrate status in asparagus roots over 3 harvest seasons. BHÖ: Before spring harvest. BHS: After spring harvest. YHÖ: Before summer harvest. YHS: After summer harvest. KDÖ: Before winter rest

Yaz hasadın sonlanmasıyla birlikte sürgünlerin gelişmesi sonucu tüm bitkilerde karbonhidrat içeriği artarak kış dinlenmesi öncesinde sezon öncesi değerlerin üzerine çıkmıştır.

Bitkilerin köklerindeki karbonhidrat içeriğinde kış dinlenmesi sırasında bir miktar düşüş yaşanmış, ancak takip eden sene hasat öncesinde tüm uygulamalardaki bitkilerin benzer seviyelerde karbonhidrata sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca, hasada başlama yaşının tüm hasat sezonlarında köklerde biriktirilen karbonhidrat içeriğine kayda değer bir etkisinin olmadığı bulunmuştur.

## TARTIŞMA

Kuşkonmazda hasadın genellikle fide dikiminden sonra üçüncü yılda başladığı ve bakım koşulları ile hasat döneminin uzunluğuna göre değişmekle birlikte 10 yıldan fazla sürdüğü daha önce ifade edilmişti. Ancak Wien (1997) kuşkonmaz hasadının verim, kalite ve bitki ömrü gibi kriterler dikkate alındığında ciddi kayıplara neden olmadan 2. yıldan itibaren yapılabilirliğini vurgulamıştır. Kuşkonmazda hasat periyodunun uzun tutulması yıllık hasat verimini

artırırken bir sonraki yılın verimini, sürgün kalitesini ve bitki ömrünü de olumsuz etkilemektedir (Shelton ve Lacy, 1980; Takatori vd., 1970; Williams ve Garthwaite, 1973). Bu nedenle bitkileri uzun süre kuvvetli tutabilmek için dikim yılı ve sonraki yıl hasat yapılması genelde önerilmez. Dikimden 1 yıl sonra (2. yıl) yapılan hasadın bazı kaynaklarda (Lloyd ve McCollum, 1938) sürgün sayısını ve kalitesini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiş olsa da bazı araştırmacılar sürgün sayısını etkilemediğini fakat sürgün kalınlığı ve ağırlığının azaldığını bildirmişlerdir (Krzyszewski vd., 2008). Buna karşılık dikimden 1 yıl sonra yapılan hasadın verim ve kalitede herhangi bir olumsuz etkiye yol açmadığını bildiren araştırmalar da mevcuttur

(Benson ve Motes, 1982; Dufault, 1994).

Bu araştırma sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde 3 yaşında hasada başlanan bitkilerden bitki başına daha fazla sayıda ve kalınlıkta pazarlanabilir sürgün elde edilmiştir. Bununla birlikte ortalama sürgün çapı verileri incelendiğinde, 2 yaşındaki bitkilerden elde edilen sürgünlerin 3 yaşındaki bitkilerden elde edilene göre daha kalın (ortalama çap) olduğu bulunmuştur. Ayrıca, her ne kadar her bir hasat yılında 3 yaşında hasadına başlanan bitkilerden 2 yaşında hasada başlanan bitkilere kıyasla daha fazla sayıda sürgün elde edilmiş olsa da, 2 yaşında hasada başlanan bitkilerden takip eden yılda ilk kez 3 yaşında hasat edilen bitkilerin bir önceki yılda ürettiği sürgün sayısına benzer sayıda sürgün elde edilmiştir. Bu da ilk kez 2 yaşında hasat edilen bitkilerin erken hasattan dolayı olumsuz etkilenmediğini ve takip eden yıllarda artan sayıda

sürgün üretebildiklerinin bir göstergesidir. O nedenle, dikimden bir yıl sonra yapılacak olan kuşkonmaz hasadı, özellikle küçük ölçekli yetiştiricilik ile uğraşan çiftçilere bir yıl daha erken para kazandırabilen yeni bir gelir kapısı olacaktır.

Bitkileri yazın hasada zorlamanın özellikle yetiştirme periyodunun uzun olduğu güney bölgelerde verime büyük katkısının olacağı ancak sürgün kalitesinin baharda yapılan hasatlara kıyasla daha düşük olacağı ifade edilmiş ve bu düşük sürgün kalitesinin asıl sebebinin köklerde biriken yetersiz karbonhidrat miktarı ile ilgili olduğu ifade edilmiştir (Dufault, 1994 ve 1995). ABD'nin Güney Carolina eyaleti koşullarında yapılan çalışmalarda kuşkonmazları yaz aylarının ortasında hasada zorlamanın uzun vadede sürgün kalitesi, sürgün sayısı ve bitkilerin hayatta kalma oranları açısından bahar hasadına kıyasla bir fark yaratmadığı ve dolayısıyla üretimin olmadığı yaz aylarında yaz hasadının bahar hasadına alternatif olabileceği bildirilmiştir (Dufault, 1994 ve 1995). Güney İtalya koşullarında baharda 90 gün süren kuşkonmaz hasadının, baharda 75 gün ve yazın 15 gün olarak iki kez yapılması halinde, verim ve kalite açısından fark yaratmadığı bulunmuştur (Caruso vd., 2012). Bununla birlikte yıl içerisinde ard arda yapılan hasatların, kış dinlenmesinden önce karbonhidrat rezervlerini doldurmak için gereken zamanı azalttığı da ifade edilmiştir (Brasher, 1956). ABD Güney Carolina eyaletinin kıyı bölgelerinde kuşkonmaz çeşidi 'UC 157 F1' ile yapılan başka bir çalışmada, kuşkonmazı yaz hasadına zorlamanın normal bahar hasatlarına kıyasla daha yüksek ekonomik getirisinin olacağı ve bitkilerin daha uzun ömürlü ve sağlıklı olması açısından bir sorun teşkil etmeyeceği bildirilmiştir (Dufault, 1995).

Bu çalışmada yazın hasat edilen kuşkonmazlarda araştırmanın ilk yılında sürgün sayısı açısından bir fark gözlemlenmemiş, fakat takip eden yıllarda yazın hasat edilen bitkilerden daha az sayıda ve daha ince sürgün hasat edilmiştir. Ayrıca, baharda yapılan hasat sonrasında 8-12 mm çapında elde edilen sürgün sayısında yaz hasadına göre bir azalma meydana gelirken, pazarın tercih ettiği sürgün kalınlığı olan 12-16 mm ve 16 mm'den kalın sürgün daha fazla sürgün elde edilmiştir. Kuşkonmaz köklerinde biriken karbonhidrat miktarları incelendiğinde, kış dinlenmesi öncesinde baharda hasat edilen bitkilerin yazın hasat edilenlere kıyasla istatistiksel anlamda önemli olmamakla beraber bir miktar daha yüksek seviyede karbonhidrat içeriğine sahip oldukları görülmüştür.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak normalde hasadının olmadığı yaz aylarında kuşkonmaz hasadı yapmanın kalite ve verim açısından bir miktar kayıplara yol açtığı



görülmüştür. Her ne kadar yaz aylarında verim ve kalitede bir miktar düşüş gözlenirse de üretici açısından bu kayıpların yazın yapılacak olan hasattan elde edilecek olan daha yüksek gelirle kapatılması mümkün olacaktır. O nedenle üreticilerin bitkilerin bir kısmını baharda bir kısmını da yazın hasat etmeleri, elde edilecek olan gelirin sürekliliği ve aylara dağılımı açısından faydalı olacaktır. Ayrıca, bu araştırma kuşkonmaz bitkilerinin dikimi takip eden ilk sene hasat edilmesinin uzun vadede verim ve kalite üzerinde olumsuz bir etkisinin olmayacağını göstermiştir. Böylece üreticiler bir yıl fazla beklemeden hasada başlayarak az da olsa kazanç elde etme olanağına sahip olacaklardır. Ancak yine bu konuda daha sağlıklı sonuçların elde edilmesi için farklı kuşkonmaz çeşitleri üzerinde yeni araştırmaların yürütülmesine ihtiyaç olduğu da belirtilmelidir.

### TEŞEKKÜR

Yazarlar bu çalışmaya finansal destek veren Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (Proje No: 2016/ 5-36 M) teşekkürü bir borç bilirlir.

### 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

Alan Ö 2017. Kuşkonmaz (*Asparagus officinalis* L. var. *altilis*). Tarım Türk Dergisi 89-94.  
Benson B. Motes J 1982. Influence of Harvesting Asparagus the Year Following Planting on Subsequent Yield and Quality. HortScience 17: 744-745.  
Bhowmik PK. Matsui T 2003. Carbohydrate Status and Sucrose Metabolism in Asparagus Roots over an Extended Harvest Season. Asian Journal of Plant Sciences 2(12): 891-893.  
Brasher EP 1956. Effects of Spring, Summer and Fall Cutting of Asparagus on Yield and Spear Weight. Proceedings of the Society for Horticultural Science 67: 377-383.  
Caruso G. Villari G. Borrelli C. Russo G 2012. Effects of Crop Method and Harvest Seasons on Yield and Quality of Green Asparagus under Tunnel in Southern Italy. Advances in Horticultural Science 26(2): 51-58.  
Drost DT 1997. Asparagus (The Physiology of Vegetable Crops, CAB International. Ed. Wien HC). pp. 621-635.

Drost. DT. 2013. Asparagus Nutrient Management. Factsheet.14/13. <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/asparagus-nutrient-management>  
Dufault RJ 1994. Impact of Forcing Summer Asparagus in Coastal South Carolina on Yield, Quality and Recovery from Harvest Pressure. Journal of the American Society for Horticultural Science 119(3): 396-402.  
Dufault RJ 1995. Harvest Pressures Affect Forced Summer Asparagus Yield in Coastal South Carolina. Journal of the American Society for Horticultural Science 120: 14-20.  
Eşiyok D 2012. Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri. Bornova. İzmir.  
Gąsecka M. Krzesiński W. Stachowiak J. Knaflewski M 2009. The Effect of Temperature and Crown Size on Asparagus Yielding. Folia Horticulturae 21(1): 49-59.  
Krzesiński W. Gąsecka M. Stachowiak J. Knaflewski M 2008. Plant Age Effect on Asparagus Yielding in Terms of Carbohydrate Balance. Folia Horticulturae 20(2): 29-38.  
Lloyd J. McCollum J 1938. Yields of Asparagus as Affected by Severe Cutting of Young Plantations. Plant Breeding Reviews. Illinois Agricultural Experiment Station 448: 157-172.  
Morris DL 1948. Quantitative Determination of Carbohydrates with Dreywoods Anthrone reagent. Science 107: 254-255.  
Akan Ö 2014. Kuşkonmaz (*Asparagus officinalis* L.) Yetiştiriciliğinde Ülkemizin ve Dünyanın Durumu. Tralleis Elektronik Dergisi 3: 24-30.  
Robb AR 1984. Physiology of Asparagus (*Asparagus officinalis*) as Treated to the Production of the Crop. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 12: 251-260.  
Shelton DM. Lacy ML 1980. Effect of Harvest Duration on Yield and on Depletion of Storage Carbohydrates in Asparagus Roots. Journal of the American Society for Horticultural Science 105: 332-335.  
Shiomi N. 1992. Content of Carbohydrate and Activities of Fructosyltransferase and Invertase in Asparagus Roots during the Fructo-oligosaccharide and Fructo-polysaccharide Accumulating Season. New Phytologist 122: 421-432.  
Takatori FH. Stillman JI. Souther FD 1970. Asparagus Yields and Plant Vigour as Influenced by Time and Duration of Cutting. California Agriculture 24(4): 8-10.  
Wien HC 1997. The Physiology of Vegetable Physiology. CAB International. Madison, WI, USA.  
Williams JB and Garthwaite JM 1973. The Effects of Seed and Crown Size and Length of Cutting Period on the Yield and Quality of Asparagus Grown on Ridges. Expoler Horticulture 25: 77-86.

## Assessment of Genetic Diversity in Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Genotypes Using Morphological Characters and AFLP Analysis

Yaşar KARAKURT<sup>1</sup>, Damla GÜVERCİN<sup>2\*</sup>, Sercan ÖNDER<sup>3</sup>, Özgür İŞLER<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta, <sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Isparta, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3914-0652>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6639-3818>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-8065-288X>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-8835-2526>

✉: damlaguvercin@sdu.edu.tr

### ABSTRACT

For this purpose, 18 cucumber lines were evaluated for their genetic diversity using six morphological characterizations (plant morphology, plant length, length of leaf blade, fruit length, fruit diameter and fruit stem length) and eight AFLP markers. These AFLP primer combinations amplified well and also showed polymorphism. Thus, 1975 AFLP fragments were obtained and 1468 fragments were polymorphic (75.34%). Dendrograms were drawn using UPGMA (Unweighted Pair Group Method) arithmetical averages and according to the UPGMA dendrogram, the cucumber accessions clustered into two main groups. The genetic distances of the dendrogram varied between 0.92 and 0.96. Cluster analysis based on morphological data discriminated all lines into three major clusters in UPGMA dendrogram. The similarity coefficient ranged between 0.888 and 0.982 indicating that the cucumber lines used in the study have a low level of genetic variation. Results obtained from the phylogenetic dendrogram by 8 pairs of AFLP primers were consistent with those from the UPGMA clustering analysis, which were in according with the morphological taxonomy on cucumber.

### Research Article

#### Article History

Received : 28.06.2019

Accepted : 09.01.2020

#### Keywords

AFLP  
Cucumber  
Genetic distances  
Relationships

## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Genotiplerinde Genetik Çeşitliliğin Morfolojik Karakterler ve AFLP Analizi Kullanılarak Değerlendirilmesi

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı hıyar genotiplerinin morfolojik ve moleküler çeşitliliğini değerlendirmektir. Bu amaçla, altı adet morfolojik özellik (bitki morfolojisi, bitki boyu, yaprak ayası büyüklüğü, meyve uzunluğu, meyve çapı ve meyve sapı uzunluğu) ve sekiz AFLP markeri kullanılarak 18 hıyar hattı genetik çeşitlilik açısından değerlendirilmiştir. Kullanılan AFLP primer kombinasyonları polimorfizm göstermiştir. Çalışma sonucunda 1975 AFLP fragmanı elde edilmiş ve 1468 fragmanın polimorfik olduğu görülmüştür (%75.34). Dendrogramlar, aritmetik ortalamalar kullanılarak UPGMA (Unweighted Pair Group Method) yöntemiyle çizilmiş ve UPGMA dendrogramına göre hıyar genotipleri iki ana gruba ayrılmıştır. Dendrogramın genetik mesafeleri 0.92 ile 0.96 arasında değişmiştir. Morfolojik verilere dayanan küme analizinde ise UPGMA dendrogramı tüm hatları üç ana kümeye ayırmıştır. Çalışmada kullanılan hıyar hatlarının benzerlik katsayısının 0.888 ile 0.982 arasında değişen düşük bir genetik varyasyon seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir. 8 çift AFLP primeri ile oluşturulan filogenetik dendrogramlarla, morfolojik taksonomi ile yapılan UPGMA kümeleme analizleriyle oluşturulan dendrogramlar örtüşmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 28.06.2019

Kabul Tarihi : 09.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

AFLP  
Hıyar  
Genetik uzaklık  
Akrabalık

## INTRODUCTION

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is one of the most economically important and fresh eaten vegetables belonging to the family Cucurbitaceae. Due to its narrow genetic base, the intraspecific genetic diversity in cucumber is relatively low (3-12%) as compared to other *Cucumis* species as revealed in early studies with marker types such as isozymes, RFLPs (restriction fragment length polymorphisms), AFLPs (amplified fragment length polymorphisms) or RAPDs (randomly amplified polymorphic DNAs), (Knerr et al. 1989; Dijkhuizen et al. 1996; Meglic and Staub, 1996; Meglic et al. 1996; Staub et al. 1997; Cavagnaro et al. 2010). However, all methods except AFLP have been reported to have significant disadvantages for this vegetables (Knerr et al. 1989; Waugh and Power, 1992; Staub et al. 1997). As cucumber has a narrow genetic base, it is desirable to develop populations and transfer genes specific to these species using exotic gene sources that control important characters. The evolutions of genetic diversity, relationships and population structure are very important for vegetable characterization and conservation which enhance agricultural production, leading to sustainable development (El-Esawi et al. 2016).

Morphological markers are not widely used because they can be affected by environmental conditions and biochemical markers are not used much due to their limited number in determining the genetic relationships between plant species and varieties. Genetic diversity studies are currently supported by molecular methods, such as molecular markers (Li et al. 2019). AFLP is an effective method allowing the identification of genotypes, the construction of a high saturation genetic map and gene cloning (Vos et al. 1995; Scott et al. 2000). Sequence information is not needed in the AFLP technique and a high rate of polymorphism is obtained. AFLP could explore variation throughout the entire genome, including both coding and non-coding regions of DNA and therefore genome-wide variation was allowed (Wu et al. 2019). The advantage of the system is also its high reproducibility (Witkowicz et al. 2003).

The determination of the genetic distance between genotypes is very important for the breeders in terms of the control of genetic resources and genetic diversity and the selection of genotypes for crossing. In this study, the morphological, phenological, yield and quality characteristics of selected cucumber genotypes that are valuable for agricultural production and the differences between genotypes were determined by using AFLP molecular markers.

## MATERIALS and METHODS

### Plant material and DNA extraction

In the study, 18 cucumber genotypes (Table 1) that

were estimated to be genetically and morphologically different, were determined and numbered, and some of them were planted and grown in the greenhouse (Aybak and Kaygısız, 2004). Measurements and observations were taken on 10 plants from each genotype and the phenological, morphological, yield and fruit properties were determined based on UPOV criteria. Some seeds were planted in small vials, and leaves were collected from the seedlings and stored at -80°C for DNA isolation. For this purpose, DNA was isolated from 100 mg of leaf material using the CTAB extraction protocol (Weising et al. 1991). DNA quality and concentration were controlled by running each sample on 1% agarose gel electrophoresis and read on a spectrophotometer at 260 to 280 nm wavelengths.

Table 1. The samples used in the study

Tablo 1. Çalışmada kullanılan örnekler

| No. | Genotypes<br><i>Genotipler</i> | Collection site<br><i>Toplandığı yer</i> |
|-----|--------------------------------|--|
| 1   | 147 GY                         | Turkey, Antalya                          |
| 2   | 159 MO                         | Turkey, Antalya                          |
| 3   | 523 MO                         | Turkey, Antalya                          |
| 4   | 529 GY                         | Turkey, Antalya                          |
| 5   | 224 GY                         | Turkey, Antalya                          |
| 6   | 225 MO                         | Turkey, Antalya                          |
| 7   | 1102 MO                        | Turkey, Antalya                          |
| 8   | 1103 MO                        | Turkey, Antalya                          |
| 9   | 1140 GY                        | Turkey, Antalya                          |
| 10  | 315 GY                         | Turkey, Antalya                          |
| 11  | 316 MO                         | Turkey, Antalya                          |
| 12  | 1082 GY                        | Turkey, Antalya                          |
| 13  | 1085 MO                        | Turkey, Antalya                          |
| 14  | 1095 MO                        | Turkey, Antalya                          |
| 15  | 309 GY                         | Turkey, Antalya                          |
| 16  | 1008 MO                        | Turkey, Antalya                          |
| 17  | 10222 MO                       | Turkey, Antalya                          |
| 18  | 10226 GY                       | Turkey, Antalya                          |

### AFLP analysis

AFLP reactions were performed with DNA samples obtained from plants using a commercial kit (INVITROGEN) as described (Vos et al. 1995; Roldán-Ruiz et al. 2000). Eight AFLP primer sets were used to analyze polymorphisms. Total genomic DNA was digested using the two restrictive enzymes EcoRI (New England Biolabs Ltd, NEB) and MseI (NEB). DNA fragments were ligated with EcoRI and MseI adapters using T4 DNA ligase (NEB) for PCR amplification. After the adapters were ligated to the DNA, they were pre-selected to amplify the existing DNA fragments and eliminate the components that were not ligated to the adapter. In the pre-amplification step, genomic DNA was amplified with AFLP pre-amplification primers EcoRI (5'-GACTGCGTACCAATTCA-3') and MseI (5'-GATGAGTCCTGAGTAAC-3'). The preselective amplification reactions were prepared in a

25 µl reaction mixture, containing 3 µl of DNA sample, 1.25 µL of each preselective primers (50 ng/µl), 2.5 µL reaction buffer (10x), 0.5 µL dNTP mixtures, 2 units of Taq DNA polymerase (Thermo Scientific) and 16.5 µL sterile-double distilled water. The PCR reactions were conducted for 15 cycles of 94 °C for 3 min, 94 °C for 1 min, 65 °C for 1 min, 70°C for 1 min; and then 20 cycles of 94 °C for 1 min, 55°C for 1 min, 72°C for 30 s, plus a final elongation step of 72°C for 7 min. The samples were diluted for selective amplification and PCR reactions were performed with a touch-down cycle as follows: 12 cycles of 94 °C for 45 s, 65 °C for 30 s (a decrease of 0.7 °C per cycle) and 72 °C for 45 s, and then 25 cycles of 94 °C for 45 s, 55 °C for 30s, 72 °C for 45s, and 72 °C for 5 min for a final elongation step. The PCR products were separated by 8% (w/v) polyacrylamide gel electrophoresis.

### Morphological Data Analysis

Overall, 50 days after planting, plant morphology, plant length, the length of leaf blade, fruit length, fruit diameter and fruit stem length were determined. For each of the 6 morphological characters, the mean and standard deviation values were calculated. These morphological features were determined in 10 randomly chosen plants based on the UPOV criteria (UPOV, 2019).

### Data analysis

AFLP data from eight primers were transformed into a binary matrix, scored as present “1”, absent “0”, for further analyses. The total number of fragments, the number of polymorphic fragments, the percentage of polymorphic loci (%) and the polymorphic information content (PIC) were calculated using the software GenAlEx 6.5 (Peakall and Smouse, 2006). The dendrogram was constructed using UPGMA (unweighted pair group method with the arithmetic average) based on Nei’s genetic distance (Nei, 1972) and the NTSYS ver 2.10 software (Staub et al. 2005). Similarity indices and pairwise genetic distance values were calculated from AFLP data using the UPGMA method and NTSYS software. Clustering analysis was performed using SPSS22.0 software. To examine the correlation between six morphological characters, the pearson correlation coefficient was calculated using IBM SPSS Statistics 22.0 program.

## RESULTS and DISCUSSION

### Morphological characterization

Morphological plant characters including plant length, length of leaf blade, fruit length, fruit diameter and fruit stem length were analyzed in 18 selected cucumber genotypes (Fig. 1).



Figure. 1. General growth forms, leaves and flowers (A) and fruit morphology (B) of Cucumber genotypes used for diversity analysis.

Şekil 1. Çeşitlilik analizi için kullanılan hıyar genotiplerinin genel büyüme şekilleri, yaprak ve çiçekleri (A) ile meyve morfolojisi

The CV (coefficient of variation) values for three of the morphological characters including internodes length, fruit length and fruit stem length indicated a high level of variation (i.e.>10%), (Table 2). The mean value of plant height was  $110.9 \pm 7.66$  cm, varied from  $69.6 \pm 8.1$  cm (147 GY) to  $161.1 \pm 5.0$  cm (316 MO) among lines. The mean value of internodes length was  $7.7 \pm 0.79$  cm and varied from  $5.3 \pm 0.7$  cm to  $9.2 \pm 0.8$  cm in 147 GY and 1085 MO lines, respectively. The average value of leaf blade length was  $21.9 \pm 1.54$  and varied from  $17.5 \pm 1.2$  (523 MO, and 529 GY) to  $30.6 \pm 1.2$  (1102 MO). The mean value of fruit length was  $14.8 \pm 1.57$  cm, varied from  $11.4 \pm 1.0$  cm (315 GY) to  $17.7 \pm 2.4$  cm (10222 MO) lines. The mean value of fruit diameter was  $11.8 \pm 1.14$  mm and varied from  $9.4 \pm 0.5$  mm to  $14.3 \pm 0.8$  cm in 1095 MO and 224 GY lines, respectively. The average value of fruit stem length was  $2.1 \pm 0.55$  and varied from  $1.2 \pm 0.4$  (224 GY, and 225 MO) to  $4.2 \pm 0.6$  (10226 GY) (Table 2).

Based on Pair-wise comparisons among the 18 genotypes, an Euclidean distance matrix was obtained and an unweighted pair-group method using arithmetic mean (UPGMA) dendrogram was constructed. At an Euclidean distance 19.1, three major clusters were obtained based on the morphological characters (Fig. 2), (plant morphology, plant length, length of leaf blade, fruit length, fruit diameter and fruit stem length). A large number of genotypes (12 genotypes) grouped together in cluster I.

Cluster II grouped two genotypes. Four genotypes grouped together in cluster III (Fig. 2). At the 0.05 level of confidence, the results from Pearson correlation analysis appeared that plant height was positively correlated with internodes length, and leaf blade length. Internodes length was positively correlated with leaf blade length but negatively correlated with fruit diameter and fruit stem length (Table 3).

The cucumber has a very narrow gene pool that limits the development of new cucumber varieties (Innark et al. 2013). Genetic diversity data in cucumber genotypes are used in cucumber breeding programs to help determine parental lines. For morphological data, most characters showed an extremely narrow range, indicating that the cucumber genotypes used in the study have a low level of genetic variation. From the correlation analysis of six morphological characters, plant height was positively correlated with internodes length, and leaf blade length. This result was logical because internodes length and leaf blade length were considered as the yield components affecting the plant height. The UPGMA cluster analysis of morphological measurements were effective in distinguishing 18 cucumber ecotypes. The results from this study were consistent with the previous results reported by Innark et al. (2013), which evaluated the morphological data correlation in switchgrass (Cortese et al. 2010) and *Chrysanthemum morifolium* (Shao et al. 2010).

Table 2. The morphological characteristics of eighteen cucumber lines  
 Tablo 2. Onsekiz hıyar hattının morfolojik özellikleri

| No. | Genotypes<br><i>Genotipler</i> | Plant height (cm)<br><i>Bitki boyu (cm)</i> | Internodes length (cm)<br><i>Boğum arası uzunluğu (cm)</i> | Leaf blade length (cm)<br><i>Yaprak ayası genişliği (cm)</i> | Fruit length (cm)<br><i>Meyve uzunluğu (cm)</i> | Fruit diameter (mm)<br><i>Meyve çapı (mm)</i> | Fruit stem length (cm)<br><i>Meyve sap uzunluğu (cm)</i> |
|-----|--------------------------------|---|--|--|---|---|--|
| 1   | 147 GY                         | 69.6±8.1                                    | 5.3±0.7  | 16.3±0.9   | 14.7±1.6  | 12.0±1.6                                      | 2.5±0.5  |
| 2   | 159 MO                         | 83.1±8.1                                    | 8.0±0.8  | 20.8±1.8   | 16.6±1.1  | 11.4±0.5                                      | 1.4±0.5  |
| 3   | 523 MO                         | 73.9±9.2                                    | 8.1±0.7  | 17.5±1.2   | 14.0±1.9  | 11.2±0.6                                      | 1.6±0.5  |
| 4   | 529 GY                         | 89.5±8.9                                    | 5.8±0.8  | 17.5±1.2   | 13.6±1.6  | 10.9±1.1                                      | 2.5±0.5  |
| 5   | 224 GY                         | 132.7±7.4                                   | 7.4±0.8  | 22.2±1.4   | 14.7±0.8  | 14.3±0.8                                      | 1.2±0.4  |
| 6   | 225 MO                         | 134.2±7.3                                   | 7.3±0.7  | 21.6±0.8   | 14.8±1.2  | 13.0±1.3                                      | 1.2±0.4  |
| 7   | 1102 MO                        | 117.8±9.4                                   | 7.7±0.9  | 30.6±1.2   | 13.5±1.2  | 11.8±1.0                                      | 2.5±0.5  |
| 8   | 1103 MO                        | 113.8±6.7                                   | 8.1±0.6  | 27.0±1.7   | 12.3±0.7  | 11.3±1.0                                      | 1.4±0.5  |
| 9   | 1140 GY                        | 120.7±9.3                                   | 9.1±1.2  | 22.3±2.3   | 14.7±3.4  | 12.8±2.0                                      | 3.4±0.5  |
| 10  | 315 GY                         | 117.4±8.5                                   | 8.3±0.7  | 17.7±2.3   | 11.4±1.0  | 11.7±1.2                                      | 1.7±0.5  |
| 11  | 316 MO                         | 161.1±5.0                                   | 8.1±1.1  | 21.1±0.6   | 15.7±1.5  | 12.5±1.7                                      | 1.5±0.5  |
| 12  | 1082 GY                        | 122.1±8.5                                   | 8.4±0.7  | 23.7±1.9   | 17.4±1.3  | 11.3±1.2                                      | 3.9±0.7  |
| 13  | 1085 MO                        | 142.8±9.0                                   | 9.2±0.8  | 24.5±1.5   | 17.0±1.4  | 11.0±1.7                                      | 1.5±0.7  |
| 14  | 1095 MO                        | 114.0±8.9                                   | 8.5±0.7  | 21.4±2.0   | 13.2±1.5  | 9.4±0.5                                       | 1.8±0.9  |
| 15  | 309 GY                         | 78.7±6.9                                    | 6.6±0.7  | 18.1±1.4   | 14.2±1.7  | 11.7±1.2                                      | 2.4±0.5  |
| 16  | 1008 MO                        | 136.3±8.2                                   | 8.0±1.2  | 25.4±2.8   | 15.0±2.2  | 11.5±1.0                                      | 1.6±0.5  |
| 17  | 10222 MO                       | 98.8±4.6                                    | 8.6±0.5  | 27.4±1.3   | 17.7±2.4  | 12.5±1.8                                      | 1.6±0.7  |
| 18  | 10226 GY                       | 89.2±3.8                                    | 6.3±0.7  | 19.1±1.4   | 16.4±1.7  | 12.7±1.3                                      | 4.2±0.6  |
|     | CV (%)                         | 6.90  | 10.30  | 7.03   | 10.57   | 9.62  | 26.12  |

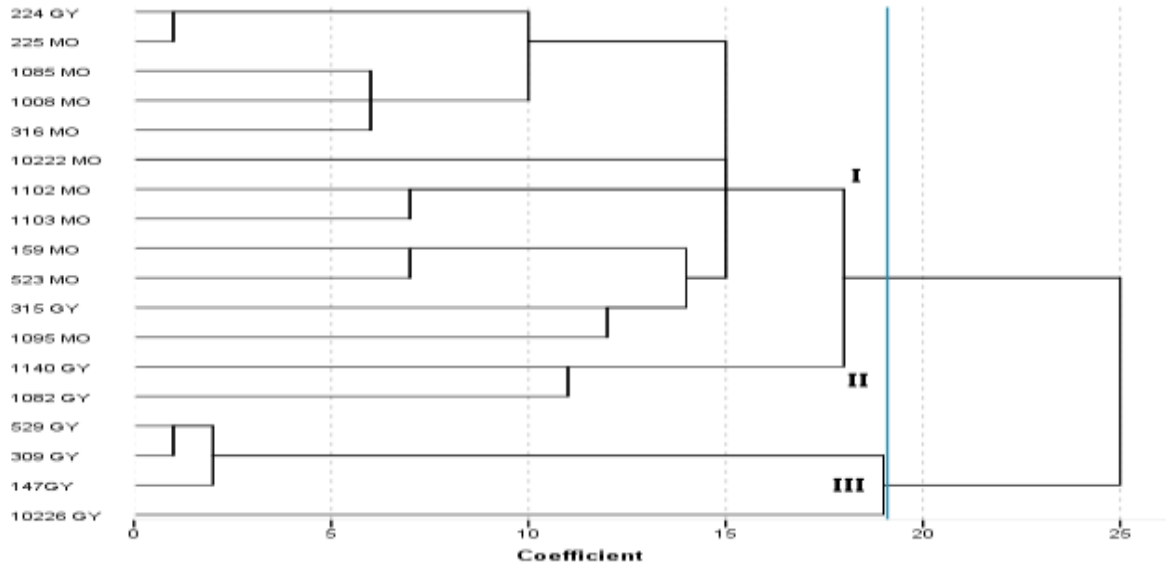


Figure. 2. Dendrogram constructed by UPGMA clustering method based on morphological attributes of eighteen cucumber genotypes

Şekil 2. Onsekiz hıyar genotipinin morfolojik özelliklerine dayanan UPGMA kümeleme yöntemiyle oluşturulan dendrogram

Table 3. Pearson correlation analysis of six morphological characters

Tablo 3. Altı morfolojik karakterin Pearson korelasyon analizi

|                          | Plant height<br><i>Bitki boyu</i> | Internodes length<br><i>Boğum arası uzunluğu</i> | Leaf blade length<br><i>Yaprak ayası genişliği</i> | Fruit length<br><i>Meyve uzunluğu</i> | Fruit diameter<br><i>Meyve çapı</i> | Fruit stem length<br><i>Meyve sap uzunluğu</i> |
|--------------------------|-----------------------------------|--|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>Plant height</b>      | ****                              |  |  |                                       |                                     |  |
| <b>Internodes length</b> | 0.544*                            | ****   |  |                                       |                                     |  |
|                          | 0.020                             |  |  |                                       |                                     |  |
| <b>Leaf blade length</b> | 0.478*                            | 0.526*   | ****   |                                       |                                     |  |
|                          | 0.045                             | 0.025  |  |                                       |                                     |  |
| <b>Fruit length</b>      | 0.081                             | 0.153  | 0.192  | ****                                  |                                     |  |
|                          | 0.750                             | 0.546  | 0.445  |                                       |                                     |  |
| <b>Fruit diameter</b>    | 0.212                             | -0.156   | 0.041  | 0.223                                 | ****                                |  |
|                          | 0.398                             | 0.536  | 0.872  | 0.374                                 |                                     |  |
| <b>Fruit stem length</b> | -0.269                            | -0.249   | -0.132   | 0.226                                 | 0.012                               | ****   |
|                          | 0.281                             | 0.320  | 0.602  | 0.367                                 | 0.962                               |  |

Upper number is Pearson correlation coefficient and lower number is P value.

### Polymorphism analysis of AFLP data

Eight AFLP primer combinations were utilized on eighteen cucumbers (*Cucumis sativus* L.) genotypes. A total of 1975 scorable fragments were determined, of which 1468 (75.34%) were polymorphic. This percentage of polymorphic loci (75.34%) was higher than that reported by Xixiang et al. (2004) (66%). They reported that eight pairs of AFLP primers generated 425 scorable bands in total and 66% of which were polymorphic. In the current study, the number of bands ranged from 116 to 372 with an average of 246.8 (Table 4) and the number of polymorphic fragments for each primer pair varied from 21 to 368 with an average of 183.5. However, the percentage of polymorphic loci ranged from 30.43 to 99.14% (Table 4). In another study, 92 Turkish cucumbers (*Cucumis sativus* L. var.

*sativus*) accessions were characterized by using SRAP markers and 153 SRAP fragments were obtained and 138 fragments were polymorphic (90.2%). The level of polymorphism observed herein is similar to that reported by Kong et al. (2006) but lower than that detected by genomic SSRs (Watcharawongpaiboon and Chunwongse, 2008). The observed PIC values of AFLP markers in this study varied from 0.27 to 0.58, however, the PIC values were estimated for 45 SSR primer pairs as ranging from 0.11 to 0.78, with an average of 0.47 (Watcharawongpaiboon and Chunwongse, 2008). Similar results were observed from the cucumber germplasm collection containing a range of ecotypes distributed in China sources by Hu et al. (2010). In their study, PIC values ranged from 0.185 to 0.642 with an average of 0.374.

Table 4. AFLP primer sets and the number of amplified AFLP fragments

*Tablo 4. AFLP primer setleri ve çoğaltılmış AFLP bantlarının sayısı*

| Primer sets<br><i>Primer setleri</i> | Total number<br>of fragments<br><i>Toplam bant<br/>sayısı</i> | Number of polymorphic<br>fragments<br><i>Polimorfik<br/>batların<br/>sayısı</i> | Percentage of<br>polymorphic loci (%)<br><i>Polimorfik lokusların<br/>yüzdesi</i> | Polymorphic<br>information<br>content (PIC)<br><i>Polimorfik bilgi<br/>içeriği (PBI)</i> |
|--------------------------------------|---|---|---|--|
| EcoRI-ACA/ MseI-CAT                  | 371   | 203   | 54.72   | 0.48   |
| EcoRI-ACT/ MseI-CTA                  | 169   | 21  | 30.43   | 0.58   |
| EcoRI-AGC/ MseI-CTT                  | 231   | 123   | 53.25   | 0.44   |
| EcoRI-ACA/ MseI-CAA                  | 289   | 266   | 92.04   | 0.36   |
| EcoRI-ACT/MseI-CAG                   | 372   | 368   | 98.92   | 0.45   |
| EcoRI-AGC/MseI-CAT                   | 242   | 211   | 87.19   | 0.38   |
| EcoRI-ACA/ MseI-CTA                  | 185   | 161   | 87.02   | 0.33   |
| EcoRI-ACT/MseI-CTT                   | 116   | 115   | 99.14   | 0.27   |
| Mean                                 | 246.87  | 183.5   | 75.34   | 0.41   |

### Similarity indices and genetic distance

Similarity coefficients between cucumber genotypes ranged from 0.888 to 0.982 (Table 5), which was higher than those of reported by Hu et al. (2010) for EST-SSR markers from the cucumber. Similarity coefficients calculated from EST-SSR data varied from 0.542 to 0.941 with a mean value of 0.792 (Hu et al. 2010). The differences in all of these data could be attributed to the differences in the EST analysis. The highest degree of similarity indices (0.982) and the lowest genetic distance (0.018) was observed between 10226 GY and 10222 MO, while the lowest degree of similarity (0.888) and the highest genetic distance (0.112) was observed between 1095 MO and 529 GY. The second highest similarity indices (0.964) were between 1085 MO and 224 GY, while the second lowest similarity indices (0.893) were between 1082 GY and 1102 MO. Most genotypes evaluated in this study were shown to be very closely related and shared a high degree of genetic similarity. Relatively large genetic distances were observed by RAPD profiling in cucumber (between 0.01 and 0.58) (Horejsi and Staub, 1999) suggesting that these genotypes were more unrelated and RAPD analysis was useful in genotypic differentiation for cucumber. On the contrary, the study performed by Park et al. (2000) determined that AFLP analyses created more polymorphisms than either RFLPs or RAPDs. The selected 37 primer combinations produced approximately 3000 bands, of which 339 bands (11%) were polymorphic more than RFLPs or RAPDs. Furthermore, they suggested converting the AFLP marker to a dual-primer PCR based marker to enhance its usefulness in cucumber breeding. All these results indicate that both AFLP markers and genotypes used are the most important determinants of the similarity indices and genetic distances.

### Cluster analysis

The similarity matrix for genotypes in cucumber was calculated by using the Dice coefficient method with

the NTSYS program. According to the dendrograms, the minimum genetic similarity was 92% while the maximum similarity between cucumber accessions was 96%. The UPGMA analysis of the marker data resulted in two main groups. The first group included 147GY, 1140 GY, 529 GY, 225 MO, 159 MO, 1103 MO, 1102 MO, 315 GY, 316 MO, 1022 MO in which, 315 GY, 316 MO and 1022 MO clustered as a subgroup, whereas 147GY, 1140 GY, 529 GY, 225 MO, 159 MO, 1103 MO and 1102 MO clustered as another subgroup. The second group consisted of 523MO, 224 GY, 1085 MO, 1008 MO, 1082 GY, 1095 MO, 309 GY in which 1082 GY, 1095 MO and 309 GY grouped into one subgroup, and 523MO, 224 GY, 1085 MO and 1008 MO grouped into another subgroup. The cluster analysis of AFLP data showed that the cucumber genotypes were closely related to each other (Figure 3).

### CONCLUSIONS

In this study, we selected eight pairs of AFLP informative primers to assess the genetic diversity and relationships among cucumber genotypes collection. AFLP fragments generated by the 8 AFLP primer pairs assayed in this study were 1975 of which 1468 (75.34%) were polymorphic. The overall mean similarity index calculated based on AFLP fragments amplified using Nei's similarity index ranged from 0.888 to 0.982 with an average of 0.936. There are only a few studies related the characterization of genetic diversity of cucumber accessions by AFLP. The study revealed a low molecular diversity among the cucumber accessions. Morphological traits of the cucumber accessions were used in conjunction with molecular data to determine germplasm collections. These results may help in the selection of accessions as breeding materials for the development of new cultivars.

Table 5. Similarity indices (below diagonal) and the genetic distance values (above diagonal) calculated from AFLP data of 18 cucumbergenotypes  
 Tablo 5. 18 Hıyar genotipinin AFLP verilerinden hesaplanan benzerlik indeksleri (diagramın altında) ve genetik uzaklık değerleri (diyagramın  
 üzerinde)

|          | 147 GY | 159 GY | 523 MO | 529 GY | 224 GY | 225 MO | 1102 MO | 1103 MO | 1140 GY | 315 GY | 316 MO | 1082 GY | 1085 MO | 1095 MO | 309 GY | 1008 MO | 10222 MO | 10226 GY |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|----------|
| 147 GY   | ****   | 0.07   | 0.051  | 0.067  | 0.069  | 0.058  | 0.059   | 0.061   | 0.048   | 0.070  | 0.074  | 0.078   | 0.069   | 0.060   | 0.090  | 0.075   | 0.062    | 0.089    |
| 159 MO   | 0.931  | ****   | 0.069  | 0.069  | 0.065  | 0.077  | 0.062   | 0.051   | 0.068   | 0.074  | 0.071  | 0.066   | 0.080   | 0.086   | 0.070  | 0.071   | 0.086    | 0.072    |
| 523 MO   | 0.950  | 0.931  | ****   | 0.073  | 0.041  | 0.064  | 0.066   | 0.053   | 0.054   | 0.092  | 0.094  | 0.056   | 0.061   | 0.068   | 0.073  | 0.074   | 0.059    | 0.081    |
| 529 GY   | 0.935  | 0.931  | 0.928  | ****   | 0.047  | 0.051  | 0.066   | 0.054   | 0.062   | 0.056  | 0.073  | 0.099   | 0.063   | 0.112   | 0.103  | 0.088   | 0.085    | 0.062    |
| 224 GY   | 0.932  | 0.935  | 0.960  | 0.953  | ****   | 0.061  | 0.092   | 0.058   | 0.073   | 0.081  | 0.091  | 0.066   | 0.037   | 0.092   | 0.084  | 0.071   | 0.064    | 0.073    |
| 225 MO   | 0.943  | 0.924  | 0.936  | 0.950  | 0.939  | ****   | 0.066   | 0.067   | 0.062   | 0.077  | 0.065  | 0.077   | 0.076   | 0.081   | 0.102  | 0.103   | 0.073    | 0.052    |
| 1102 MO  | 0.942  | 0.938  | 0.935  | 0.934  | 0.909  | 0.935  | ****    | 0.055   | 0.062   | 0.086  | 0.082  | 0.107   | 0.106   | 0.090   | 0.096  | 0.068   | 0.054    | 0.069    |
| 1103 MO  | 0.940  | 0.950  | 0.947  | 0.947  | 0.943  | 0.933  | 0.946   | ****    | 0.057   | 0.066  | 0.084  | 0.081   | 0.086   | 0.091   | 0.090  | 0.076   | 0.083    | 0.057    |
| 1140 GY  | 0.953  | 0.934  | 0.946  | 0.938  | 0.927  | 0.939  | 0.938   | 0.943   | ****    | 0.075  | 0.055  | 0.075   | 0.080   | 0.071   | 0.063  | 0.093   | 0.047    | 0.086    |
| 315 GY   | 0.931  | 0.926  | 0.909  | 0.945  | 0.920  | 0.924  | 0.915   | 0.935   | 0.926   | ****   | 0.048  | 0.068   | 0.066   | 0.071   | 0.086  | 0.079   | 0.051    | 0.050    |
| 316 MO   | 0.927  | 0.930  | 0.906  | 0.927  | 0.909  | 0.935  | 0.919   | 0.917   | 0.945   | 0.952  | ****   | 0.055   | 0.077   | 0.061   | 0.059  | 0.083   | 0.063    | 0.054    |
| 1082 GY  | 0.924  | 0.934  | 0.945  | 0.901  | 0.934  | 0.924  | 0.893   | 0.921   | 0.926   | 0.933  | 0.945  | ****    | 0.067   | 0.049   | 0.057  | 0.087   | 0.068    | 0.065    |
| 1085 MO  | 0.932  | 0.920  | 0.939  | 0.939  | 0.964  | 0.925  | 0.894   | 0.915   | 0.920   | 0.934  | 0.924  | 0.934   | ****    | 0.071   | 0.062  | 0.055   | 0.089    | 0.071    |
| 1095 MO  | 0.941  | 0.914  | 0.934  | 0.888  | 0.908  | 0.919  | 0.910   | 0.909   | 0.929   | 0.929  | 0.940  | 0.951   | 0.930   | ****    | 0.060  | 0.068   | 0.081    | 0.085    |
| 309 GY   | 0.912  | 0.930  | 0.927  | 0.897  | 0.916  | 0.898  | 0.904   | 0.910   | 0.937   | 0.914  | 0.941  | 0.944   | 0.938   | 0.940   | ****   | 0.067   | 0.080    | 0.084    |
| 1008 MO  | 0.927  | 0.930  | 0.927  | 0.912  | 0.930  | 0.898  | 0.933   | 0.924   | 0.908   | 0.922  | 0.918  | 0.914   | 0.945   | 0.932   | 0.933  | ****    | 0.081    | 0.069    |
| 10222 MO | 0.939  | 0.914  | 0.942  | 0.917  | 0.936  | 0.927  | 0.947   | 0.917   | 0.953   | 0.949  | 0.938  | 0.932   | 0.912   | 0.920   | 0.920  | 0.920   | ****     | 0.018    |
| 10226 GY | 0.912  | 0.928  | 0.919  | 0.939  | 0.929  | 0.949  | 0.932   | 0.944   | 0.914   | 0.950  | 0.946  | 0.935   | 0.929   | 0.916   | 0.917  | 0.931   | 0.982    | ****     |



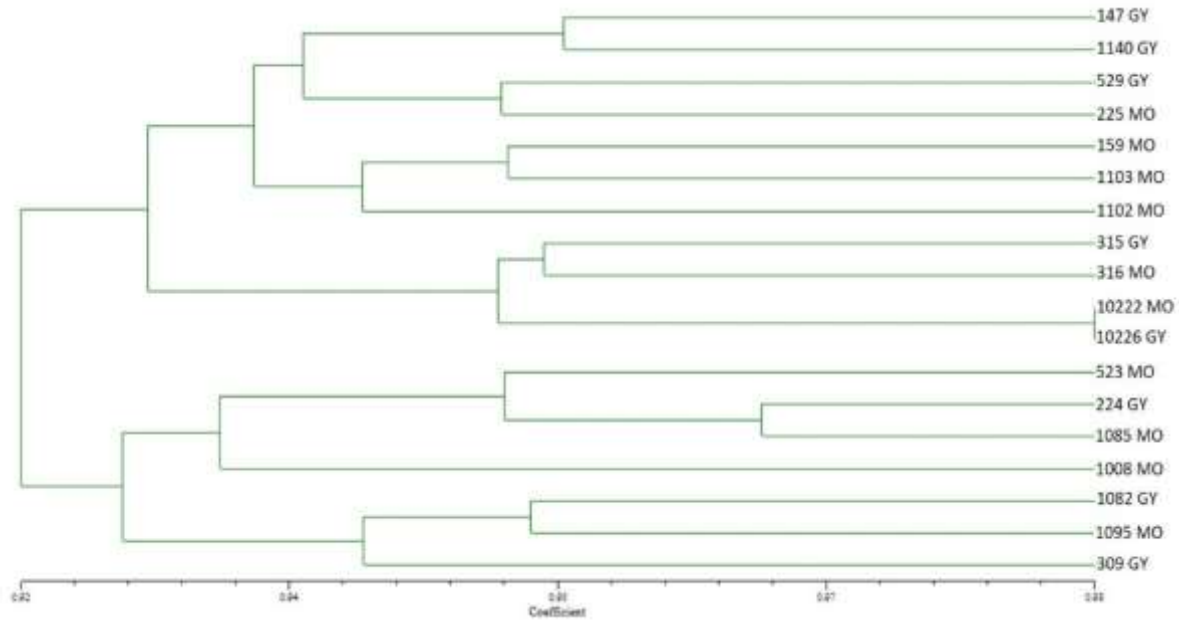


Figure 3. Phylogenetic dendrogram based on Nei's genetic identity of eighteen *Cucumis sativus* genotypes  
Şekil 3. Onsekiz *Cucumis sativus* genotipinin Nei'nin genetik tanımlamasına dayalı filogenetik dendrogramı

#### Funding

Funding for this work was provided by a grant from Suleyman Demirel University.

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### REFERENCES

- Aybak HÇ, Kaygısız H 2004. Hıyar Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 184 s.
- Cavagnaro PF, Senalik DA, Yang L, Simon PW, Harkins TT, Kodira CD, Huang S, Weng Y 2010. Genome-wide characterization of simple sequence repeats in cucumber (*Cucumis sativus* L.). BMC Genomic, 11: 569.
- Cortese LM, Honig J, Miller C, Bonos SA 2010. Genetic diversity of twelve switchgrass populations using molecular and morphological Markers. BioEnergy Research, 3: 262-271.
- Dijkhuizen A, Kennard WC, Hayey MJ, Staub JE 1996. RFLP variation and genetic relationships in cultivated cucumber. Euphytica, 90: 79-87.
- El-Esawi MA, Germaine K, Bourke P, Malone R 2016. AFLP analysis of genetic diversity and phylogenetic relationships of *Brassica oleracea* in Ireland. Comptes Rendus Biologies, 339: 163-170.
- Horejsi T, Staub JE 1999. Genetic variation in cucumber (*Cucumis sativus* L.) as assessed by random amplified polymorphic DNA. Genetic Resources and Crop Evolution, 46: 337-350.
- Hu J, Li J, Liang F, Liu L, Si S 2010. Genetic relationship of a cucumber germplasm collection

revealed by newly developed EST-SSR markers. Journal of Genetics, 89: 28-32.

- Innark P, Khanobdee C, Samipak S, Jantasuriyarat C 2013. Evaluation of genetic diversity in cucumber (*Cucumis sativus* L.) germplasm using agro-economic traits and microsatellite markers. Scientia Horticulturae, 162: 278-284.
- Knerr LD, Staub JE, Holder DJ, May BP 1989. Genetic diversity in *Cucumis sativus* L. assessed by at 18 allozyme coding loci. Theoretical and Applied Genetics, 78: 119-128.
- Kong Q, Xiang C, Yu Z 2006. Development of EST-SSRs in *Cucumis sativus* from sequence database. Molecular Ecology Notes, 6: 1234-1236.
- Li B, Wang A, Zhang P, Li W 2019. Genetic diversity and population structure of endangered *Glehnia littoralis* (Apiaceae) in China based on AFLP analysis. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 33: 1-7.
- Meglic V, Staub JE 1996. Inheritance and linkage relationships of isozyme and morphological loci in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Theoretical and Applied Genetics, 92: 865-872.
- Meglic V, Serquen F, Staub JE 1996. Genetic diversity in cucumber (*Cucumis sativus* L.): I. A reevaluation of the U.S. germplasm collection. Genetic Resources and Crop Evolution, 43: 533-546.
- Nei M 1972. Genetic distance between populations. The American Society of Naturalists, 106: 283-292.
- Park YH, Sensoy S, Wye C, Antonise R, Peleman J, Havey MJ 2000. A genetic map of cucumber composed of RAPDs, RFLPs, AFLPs, and loci conditioning resistance to papaya ringspot and zucchini yellow mosaic viruses. Genome, 43: 1003-1010.

- Peakall R, Smouse PE 2006. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. *Molecular Ecology Notes*, 6: 288-295.
- Rohlf FJ 2000. NTSYS-pc-Numerical taxonomy and multivariate analysis system, Version 2.10. New York, Exeter Software.
- Roldán-Ruiz I, Dendauw J, Van Bockstaele E, Depicker A, De Loose M 2000. AFLP markers reveal high polymorphic rates in ryegrasses (*Lolium* spp.). *Molecular Breeding*, 6: 125-134.
- Scott KD, Ablett EM, Lee LS, Henry RJ 2000. AFLP markers distinguishing an early mutant of Flame Seedless grape. *Euphytica*, 113: 245-249.
- Shao QS, Guo QS, Deng YM, Guo HP 2010. A comparative analysis of genetic diversity in medicinal *Chrysanthemum morifolium* based on morphology, ISSR and SRAP markers. *Biochemical Systematics and Ecology*, 38: 1160-1169.
- Staub JE, Box J, Meglic V, Horejsi TF, McCreight JD 1997. Comparison of isozyme and random amplified polymorphic DNA data for determining intraspecific variation in *Cucumis*. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 44: 257-269.
- Staub JE, Chung SM, Fazio G 2005. Conformity and genetic relatedness estimation in crop species having a narrow genetic base: the case of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Breeding*, 124: 44-53.
- UPOV (The International Union for the Protection of New Varieties of Plants), Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Homogeneity, and Stability. <https://www.upov.int/portal/index.html.en>, (accessed 13 March 2019).
- Vos P, Hogers R, Bleeker M, Reijans M, Van de Lee T, Hornes M, Frijters A, Pot J, Peleman J, Kuiper M, Zabeau M 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research*, 23: 4407-4414.
- Watcharawongpaiboon N, Chunwongse J 2008. Development and characterization of microsatellite markers from an enriched genomic library of cucumber (*Cucumis sativus*). *Plant Breeding*, 127: 74-81.
- Waugh R, Power W 1992. Using RAPD markers for crop improvement. *Trends in Biotechnology*, 10: 186-191.
- Weising K, Beyermann B, Ramser J, Kahl G 1991. Plant DNA fingerprinting with radioactive and digoxigenated oligonucleotide probes complementary to simple repetitive DNA sequences. *Electrophoresis*, 12: 159-169.
- Witkowicz J, Urbańczyk-Wochniak E, Przybecki Z 2003. AFLP marker polymorphism in cucumber (*Cucumis sativus* L.) near isogenic lines differing in sex expression. *Cellular & Molecular Biology Letters*, 8: 375-381.
- Wu WD, Liu WH, Sun M, Zhou JQ, Liu W, Zhang CL, Zhang XQ, Peng Y, Huang LK, Ma X 2019. Genetic diversity and structure of *Elymus tangutorum* accessions from western China as unraveled by AFLP markers. *Hereditas*, 156(1): 8.
- Xixiang L, Dewei Z, Yongchen D, Di S, Qiusheng K, Jiangping S 2004. Studies on genetic diversity and phylogenetic relationship of cucumber (*Cucumis sativus* L.) germplasm by AFLP technique. *Acta Horticulturae Sinica*, 31(3): 309-314.

## Determination of Antioxidant and Oxidant Potentials of *Pleurotus citrinopileatus* Mushroom Cultivated on Various Substrates

Aysenur GURGEN<sup>1\*</sup>, Mustafa SEVINDIK<sup>2</sup>, Sibel YILDIZ<sup>3</sup>, Hasan AKGUL<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup>Department of Forest Industry Engineering, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, Trabzon, <sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Akdeniz University, Antalya, <sup>4</sup>Department of Food Processing, Bahçe Vocational School, Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2263-7323>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7223-2220>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8448-4628>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-8514-9776>

✉: aysenur.yilmaz@ktu.edu.tr

### ABSTRACT

Many mushroom species have been used by people for different purposes, from past to present. Cultivated mushrooms may show different biological effects depending on the content of the substrate they grown on. The present study aimed to determine the total antioxidant status (TAS), total oxidant status (TOS) and oxidative stress index (OSI) of *Pleurotus citrinopileatus* Singer mushroom cultivated on five different substrates. The cultivated mushrooms were extracted with ethanol in a Soxhlet device. TAS, TOS and OSI of extracts were determined with Rel Assay kits. The highest TAS (3.125±0.038 mmol/L), TOS (10.786±0.313 µmol/L) and OSI (0.345±0.014) values were determined in the mushrooms grown on 90% beech sawdust+10% bran. The lowest TAS (2.316±0.042), TOS (1.246±0.044) and OSI (0.054±0.001) values were obtained from the mushrooms grown on 100% poplar sawdust.

### Research Article

#### Article History

Received : 30.09.2019  
Accepted : 09.01.2019

#### Keywords

*Pleurotus citrinopileatus*  
Antioxidant  
Oxidant  
Edible Mushroom  
Substrates

## Farklı Yetiştirme Ortamlarında Üretilen *Pleurotus citrinopileatus* Mantarının Antioksidan ve Oksidan Potansiyelinin Belirlenmesi

### ÖZET

Geçmişten günümüze birçok mantar türü insanlar tarafından farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Kültür mantarları, kullandıkları substratın içeriğine bağlı olarak farklı biyolojik etkiler gösterebilir. Bu çalışmada 5 farklı yetiştirme ortamından elde edilen *Pleurotus citrinopileatus* Singer mantarının toplam antioksidan seviyeleri (TAS), toplam oksidan seviyeleri (TOS) ve oksidatif stres indekslerinin (OSI) belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen mantarlar Soxhlet cihazında etanol ile ekstrakte edilmiştir. Ekstraktların TAS, TOS ve OSI değerleri Rel Assay kitleri kullanılarak belirlenmiştir. En yüksek TAS (3.125±0.038), TOS (10.786±0.313) ve OSI (0.345±0.014) değerleri %90 kayın talaşı +%10 kepek ortamında yetiştirilen mantarlarda belirlenmiştir. En düşük TAS (2.316±0.042), TOS (1.246±0.044) ve OSI (0.054±0.001) değerleri ise %100 kavak talaşı ortamında yetiştirilen mantarlardan elde edilmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 30.09.2019  
Kabul Tarihi : 09.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

*Pleurotus citrinopileatus*  
Antioksidan  
Oksidan  
Yenilebilir Mantar  
Kompost

**To Cite :** Gürgen A, Sevindik M, Yıldız S, Akgül H 2020. Determination of Antioxidant and Oxidant Potentials of *Pleurotus citrinopileatus* Mushroom Cultivated on Various Substrates. KSU J. Agric Nat 23 (3): 586-591. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.626803

### INTRODUCTION

Reactive oxygen species (ROS) increase in living organisms as a result of environmental and metabolic activities. In response to this increase, the endogenous antioxidants produced in the organisms play an active role and suppress the oxidant ROS. In cases where endogenous antioxidants are inadequate against ROS, the molecular structure of the organism may degrade.

The degradations, called oxidative damage, might lead to serious health problems such as Parkinson's, Alzheimer's, cancer and cardiovascular disorders (Bolisetty and Jaimes, 2013; Li et al., 2013; Akyol et al., 2015; Selamoğlu et al., 2016; Bozdoğan et al., 2018; Akata et al., 2019; Sevindik, 2019).

Exogenous antioxidants, which are supplemented when endogenous antioxidants produced in humans

are inadequate against oxidant compounds, are very important in preventing oxidative damage. Being one of the several natural sources of exogenous antioxidants, mushrooms play an important role in human diet. Edible mushrooms are collected from their natural environment and consumed by humans throughout the history. However, especially after the second half of the 20th century, mushroom cultivation became popular and turned into an industry of billions of dollars turnover annually (Pilz et al., 2001; Yılmaz et al., 2017). In addition to the strong nutritional properties, mushrooms are also important medicinal natural resources because of containing the secondary metabolites. Research demonstrated that mushrooms are also important natural sources used in the treatment of AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome) patients in Africa, as well as wound healing, immune system strengthening and tumor-inhibiting properties (Dai et al., 2009; Baba et al., 2012; Cheung, 2013; Zhang et al., 2014).

It is important to analyze mushroom species in order to identify and offer as new natural medical sources. Previous studies have reported pharmacological effects of *P. citrinopileatus* such as antioxidant, antibacterial, anticancer and antihyperlipidemic (Hu et al., 2006; Lee et al., 2007; Chomcheon et al., 2013; Yıldız et al., 2017). There are no studies in the literature determining the oxidative stress status of the *P. citrinopileatus*. In the present study, TAS, TOS and OSI values of *Pleurotus citrinopileatus* cultivated on

various substrates were determined. The study also aimed to examine which compost medium is more suitable for the medical usages of *P. citrinopileatus* mushroom.

## MATERIALS and METHODS

### Substrates

No trees were cut down throughout the study. The sawdusts were obtained from sawmill located in the Karadeniz Technical University Campus (KTU) (Trabzon/Turkey). The substrates used in this study are presented in Table 1. Mycelium was supplied from a commercial firm.

### Mushroom cultivation

The sawdusts were soaked to 70-80% humidity and stored for one day. Next day, to ensure homogeneity, moisture and autoclavable bags filled with sawdust were mixed and sterilized in the autoclave at 121 ° C for 1.5 hour. After sterilization, they were moved to the fume cabinet for cooling. Substrates were inoculated with spawn of 3% of the sawdust weight (Küçüközlü and Pekşen, 2005). The bags were counted in the Mushroom Culture Laboratory (KTU) and allowed to incubate. The mycelium colonizations were completely wrapped within 10 days, and the harvest was initiated on the 17th day. Harvested mushrooms (Figure 1) were prepared for the extraction process.

Table 1. Substrates used in the study

### Çizelge1. Çalışmada kullanılan substratlar

| Materials                         | Name in Latin                        |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 90% beech sawdust +10% wheat bran | <i>Fagus orientalis</i> Lipsky.      |
| 100% beech sawdust                | <i>F. orientalis</i> Lipsky.         |
| 100% walnut sawdust               | <i>Juglans regia</i> L.              |
| 100% poplar sawdust               | <i>Populus nigra</i> L.              |
| 100% alder sawdust                | <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner |



Figure 1. *Pleurotus citrinopileatus* Singer  
Şekil 1. *Pleurotus citrinopileatus* Singer

### Extraction of mushroom samples

*P. citrinopileatus* samples obtained from different compost combinations were dried at  $\pm 40^{\circ}\text{C}$  about 8 hours (Profilo, PFD1350W, Turkey). After the drying process, 30 g mushroom samples were pulverized and extracted with 200 mL ethanol at  $50^{\circ}\text{C}$  about 6 hours in a Soxhlet device (Gerhardt EV 14). The extracts were concentrated in a rotary evaporator (Heidolph Laborator 4000 Rotary Evaporator).

### Determination of TAS, TOS and OSI

Rel Assay kits were used to calculate TAS, TOS and OSI values of mushroom samples. Analyzes were conducted with 5 replicates. TAS values calibrator: Trolox. TOS values calibrator: Hydrogen peroxide. TAS results were shown mmol Trolox equiv./L. TOS

results were shown  $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  equiv./L (Erel, 2004; Erel, 2005). The following Equation 1 was used to calculate the OSI (AU: Arbitrary Unit) values obtained by dividing the TOS value to TAS value (Erel, 2004).

$$OSI (AU) = \frac{TOS, \mu\text{mol/L}}{TAS, \text{mmol/L} \times 10} \quad (1)$$

### RESULT and DISCUSSION

TAS, TOS and OSI values were determined using ethanol extracts of *P. citrinopileatus* cultivated on various substrates. The results of this study are presented in Figure 2-4. All values are presented as mean  $\pm$  standard deviation (SD). Also, number of mushroom samples  $n=6$  and experiments were made as 5 parallels.

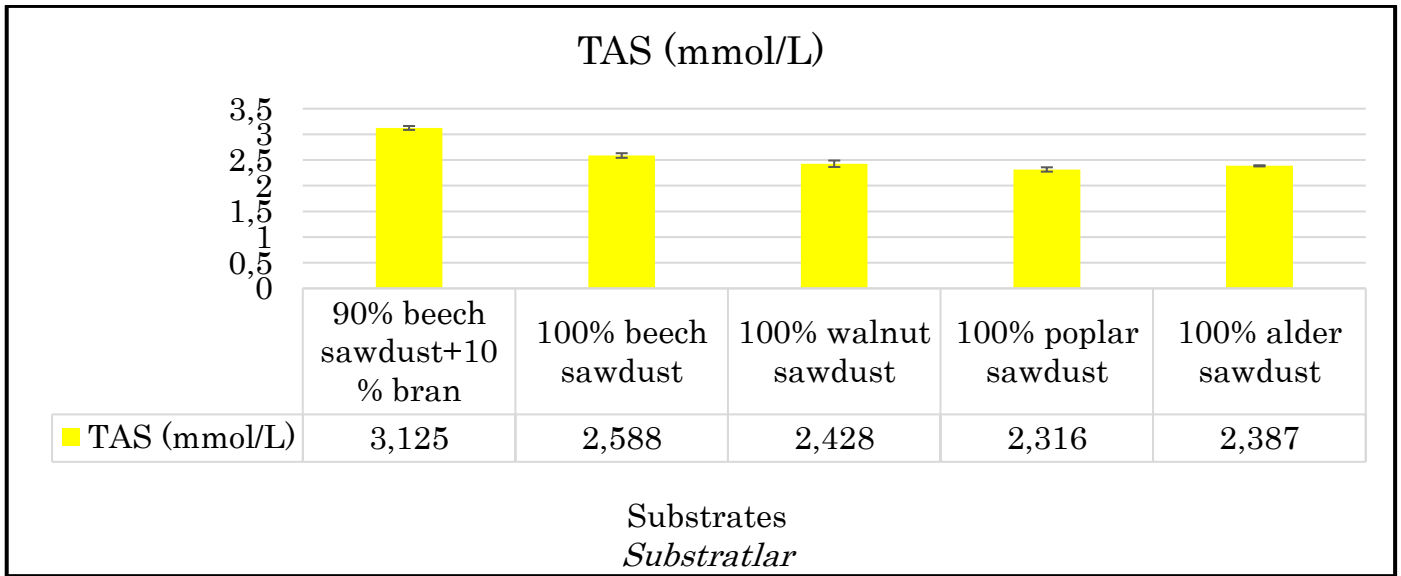


Figure 2. TAS (mmol/L) values of *P. citrinopileatus* ethanol extracts cultivated on various substrates

Şekil 2. Çeşitli substratlar üzerinde yetiştirilen *P. citrinopileatus* etanol ekstraktlarının TAS (mmol / L) değerleri

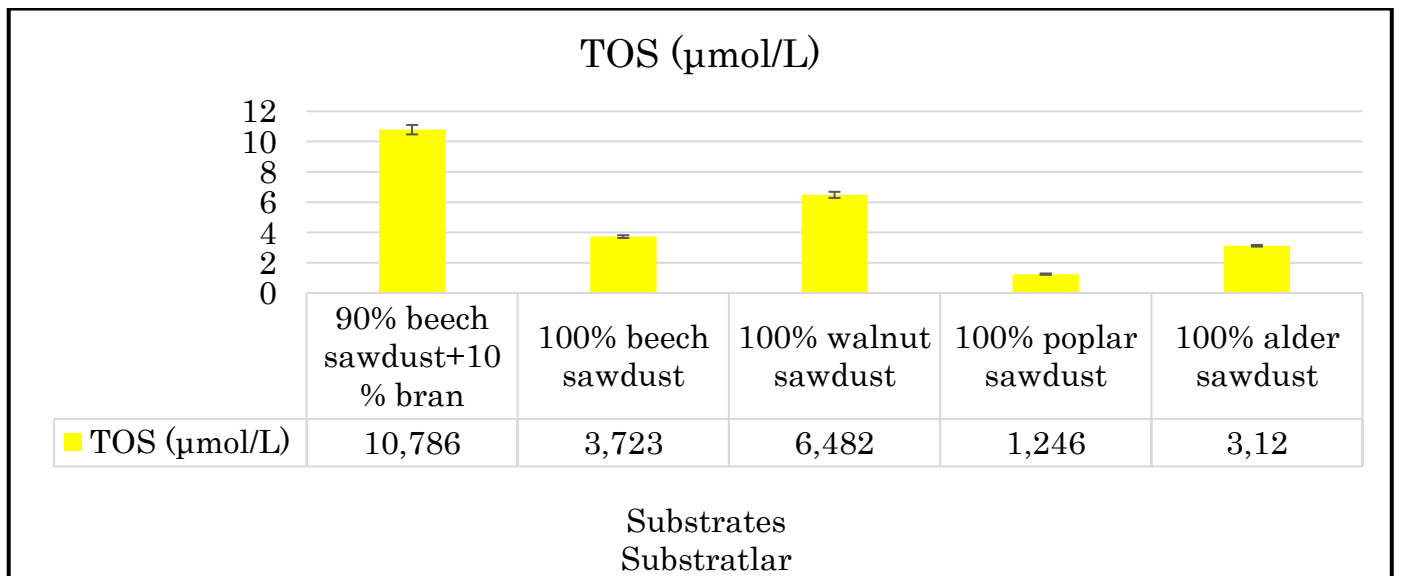


Figure 3. TOS ( $\mu\text{mol/L}$ ) values of ethanol extracts of *P. citrinopileatus* cultivated on various substrates

Şekil 3. Çeşitli substratlar üzerinde yetiştirilen *P. citrinopileatus*'un etanol ekstraktlarının TOS ( $\mu\text{mol/L}$ ) değerleri

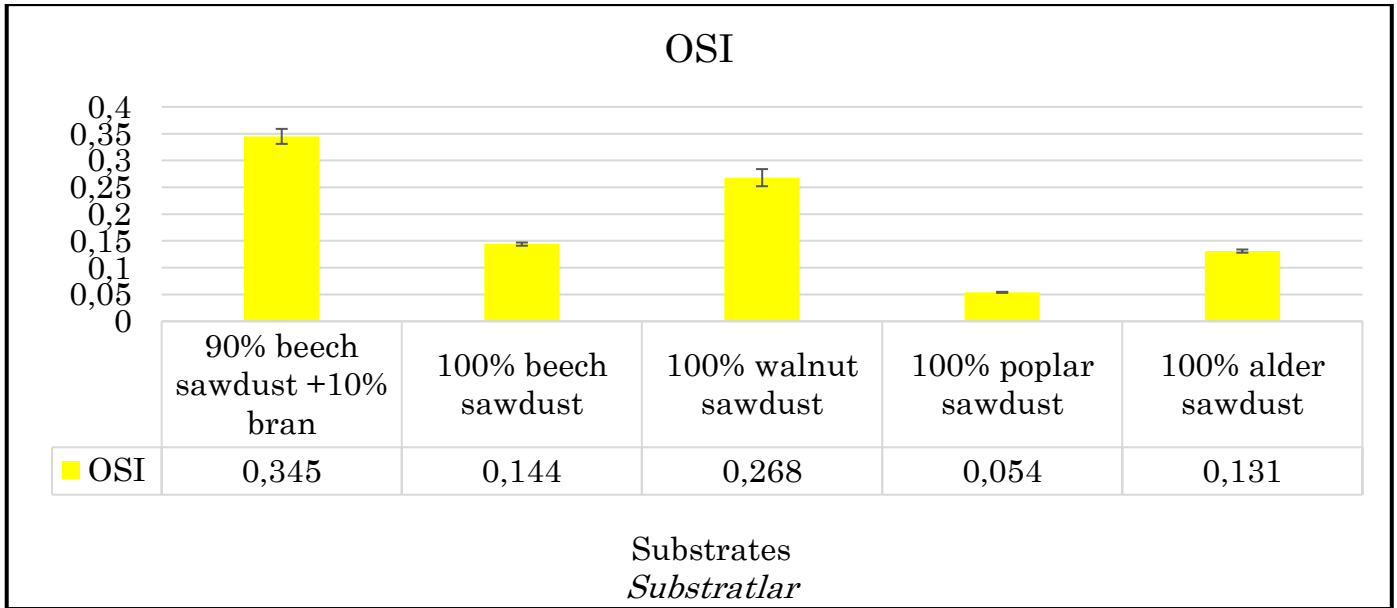


Figure 4. OSI values of *P. citrinopileatus* ethanol extracts cultivated on various substrates

Şekil 4. Çeşitli substratlar üzerinde yetiştirilen *P. citrinopileatus* etanol ekstraktlarının OSI değerleri

The highest TAS value was observed as  $3.125 \pm 0.038$  mmol/L, in the ethanol extracts of mushrooms cultivated on 90% beech sawdust+10% bran. The other TAS values were found close to each other. The highest TOS was observed in the extracts of mushrooms cultivated on 90% beech sawdust+10% bran as  $10.786 \pm 0.313$   $\mu$ mol/L. The lowest TOS was found on 100% poplar sawdust ( $1.246 \pm 0.044$   $\mu$ mol/L). It was determined that the highest OSI value, that indicate the rate of the extent to which the oxidant compounds produced due to the environmental and inherent effects in the mushroom, was tolerated by the endogenous antioxidants ( $0.345 \pm 0.014$ ) obtained from the 90% beech sawdust+10% wheat bran substrate. Mushrooms have several antioxidant enzymes. By this means they have reduced coenzymes in addition to reduce some molecules such as phenolic compounds with various electron sources (Kalač, 2016; Sevindik, 2018). The identification of TAS values containing all enzymatic and non-enzymatic molecules that mushrooms potentially produce is very important for the identification and discovery of new antioxidant natural resources. In the present study, the highest antioxidant potential was seen mushroom cultivated on 90% beech sawdust+10% wheat bran substrate. This situation can be attributed to the diversity of substrate used by the mushroom. There are no previous studies on the oxidative stress status of *P. citrinopileatus* mushroom. However, *Trametes versicolor*, *Auricularia auricula*, *Ompholatus olearius*, *Helvella leucomelaena* and *Sarcosphaera coronaria* TAS values were determined as 0.820, 1.010, 2.827, 2.367 and 1.066, respectively, and their TOS values were determined as 17.760, 23.910, 14.210, 55.346 and 41.672, and OSI values were reported as 2.166, 2.367, 0.503, 2.338 and 3.909, respectively in previous

oxidative stress studies on wild mushrooms (Akgul et al., 2017; Sevindik et al., 2017; Sevindik et al., 2018). In other studies, TAS values of *Pleurotus eryngii* and *Auricularia polytricha* mushrooms were determined as 1.93 and 0.93, respectively (Yildirim et al., 2012; Avcı et al., 2016). It was observed that the TAS value of *P. citrinopileatus*, cultivated on 90% beech sawdust+10% wheat bran substrate, was found higher when compared to the mushrooms reported in those studies. There were some differences between the literature results. These differences may be due to the different antioxidant production capacity of different mushroom species growing in different substrates. Mushrooms produce endogenous antioxidant compounds as a defense mechanism against oxidative damage (Ramírez-Anguiano et al., 2007). Thus, the high antioxidant capacity of *P. citrinopileatus* exposed that the mushroom had high tolerance to oxidative damage. It was also considered that the mushroom could be used as a supplementary antioxidant source to decrease the oxidative damage in human body.

Analysis of the TOS values demonstrated that *P. citrinopileatus* had lower TOS values when compared to *T. versicolor*, *A. auricula*, *O. olearius*, *H. leucomelaena* and *S. coronaria* mushrooms reported in the literature (Akgul et al., 2017; Sevindik et al., 2017; Sevindik et al., 2018). These mushrooms were wild and collected from the nature unlike our study. The differences in TOS values can be due to the differences in growth conditions and metabolic processes. It was reported that natural products which have antioxidant activity such as mushrooms may help the endogenous defense system (Ferreira et al., 2009). However, when compared to the wild mushrooms reported in the literature (Akgul et al., 2017; Sevindik et al., 2017; Sevindik et al., 2018), it was observed that the

cultivated *P. citrinopileatus* mushroom was more adequate for the growth of the mushroom. It can be noted that cultivation mushrooms can be more suitable for consumption since they are less affected by the environmental factors and thus, produce lower levels of endogenous oxidant compounds.

OSI value demonstrates the extent to which the mushrooms inhibit oxidant compounds that they endogenously produce as a result of environmental and metabolic mechanisms with endogenous antioxidants. In the present study, it was identified that the OSI values for *P. citrinopileatus*, cultivated on different substrates, were low. It was seen that *P. citrinopileatus* had a lower OSI value when compared to *T. versicolor*, *A. auricula*, *O. olearius*, *H. leucomelaena* and *S. coronaria* mushrooms investigated in previous studies (Akgul et al., 2017; Sevindik et al., 2017; Sevindik et al., 2018). These findings indicated that oxidative stress induced by endogenous oxidant molecules produced by *P. citrinopileatus* was better inhibited by TAS that includes all enzymatic and non-enzymatic systems, and consequently, OSI values were lower.

## CONCLUSION

Many natural antioxidants such as mushrooms are being widely investigated for their qualified capacity to defend cells and organisms from degradation brought on by oxidative stress. In the study, antioxidant/oxidant potentials and oxidative stress status of *P. citrinopileatus* mushroom cultivated in different composts were determined. It was observed that the mixture of 90% beech+10% bran, exhibited the highest antioxidant potential. The lowest antioxidant potential was seen in the 100% poplar. The all test mushrooms cultivated on different synthetic composts exhibited a low oxidative potential. Therefore, it can be stated that cultivated *P. citrinopileatus* mushroom had a lower oxidative stress status. In conclusion, it was determined that *P. citrinopileatus* had antioxidant potential and this potential varied based on the substrate used. It was also found that *P. citrinopileatus* cultivated in culture medium was healthier due to the lower oxidant compound levels.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Akata I, Zengin G, Picot CMN, Mahomoodally MF 2019. Enzyme inhibitory and antioxidant properties of six mushroom species from the Agaricaceae family. South African Journal of Botany, 120: 95-99.
- Akgül H, Sevindik M, Coban C, Alli H, Selamoğlu Z 2017. New approaches in traditional and complementary alternative medicine practices: *Auricularia auricula* and *Trametes versicolor*. J Tradit Med Clin Natur, 6(2): 239.
- Akyol E, Selamoğlu Z, Dogan H, Akgul H, Unalan A 2015. Determining the total antioxidant status and oxidative stress indexes of honey samples obtained from different phytogeographical regions in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 24(4): 1204-1208.
- Avcı E, Çağatay G, Avcı GA, Suiçmez M, Cevher ŞC 2016. An edible mushroom with medicinal significance; *Auricularia polytricha*. Hittite Journal of Science and Engineering, 3:111-116.
- Baba H, Ergün N, Özçubukçu S 2012. Antakya (Hatay)'dan Toplanan Bazı Makrofungus Türlerinde Ağır Metal Birikimi ve Mineral Tayini. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(1): 5-6.
- Bolisetty S, Jaimes E 2013. Mitochondria and reactive oxygen species: physiology and pathophysiology. International Journal of Molecular Sciences, 14(3): 6306-6344.
- Bozdoğan A, Ulukanlı Z, Bozok F, Eker T, Doğan HH, Saadet Büyükalaca S 2018. Antioxidant Potential of *Lactarius deliciosus* and *Pleurotus ostreatus* from Amanos Mountains Adv. Life Sci. 5(3): 113-120.
- Cheung PC 2013. Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: preparation and health benefits. Food Science and Human Wellness, 2(3-4): 162-166.
- Chomcheon P, Kheawkum B, Sriwiset P, Dulsamphan S, Dulsamphan C 2013. Antibacterial activity of crude extracts from edible mushrooms *Pleurotus citrinopileatus* and *Tricholoma crassum* Berk. Thai J. Pharm. Sci, 37: 107-111.
- Dai YC, Yang ZL, Cui BK, Yu CJ, Zhou LW 2009. Species diversity and utilization of medicinal mushrooms and fungi in China. International Journal of Medicinal Mushrooms, 11(3): 287-302.
- 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.
- Ferreira IC, Barros L, Abreu R 2009. Antioxidants in wild mushrooms. Current Medicinal Chemistry, 16(12): 1543-1560.
- Hu S H, Liang Z C, Chia Y C, Lien J L, Chen K S, Lee M Y, & Wang J C (2006). Antihyperlipidemic and antioxidant effects of extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(6): 2103-2110. DOI:

- 10.1021/jf052890d
- Kalač P 2016. Edible mushrooms: chemical composition and nutritional value: Academic Press.
- Küçüközlü B, Pekşen A 2005. Yetiştirme ortamı ağırlıklarının *Pleurotus* mantar türlerinin verim ve kalitesi üzerine etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(3): 64-71.
- Lee YL, Huang GW, Liang ZC, Mau JL 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. LWT-Food Science and Technology, 40(5): 823-833.
- Li J, Li W, Jiang ZG, Ghanbari HA 2013. Oxidative stress and neurodegenerative disorders. International Journal of Molecular Sciences, 14(12): 24438-24475.
- Pilz D, Molina R, Danell E, Waring R, Rose C, Alexander S, Lefevre C 2001. SilviShrooms: Predicting edible mushroom productivity using forest carbon allocation modelling and immunoassays of ectomycorrhizae. Paper presented at the Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms.
- Ramírez-Anguiano AC, Santoyo S, Reglero G, Soler-Rivas, C 2007. Radical scavenging activities, endogenous oxidative enzymes and total phenols in edible mushrooms commonly consumed in Europe. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87(12): 2272-2278.
- Selamoglu Z, Akgul H, Dogan H 2016. Environmental effects on biologic activities of pollen samples obtained from different phytogeographical regions in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 25: 2484-2489.
- Sevindik M 2018. Investigation of Antioxidant/Oxidant Status and Antimicrobial Activities of *Lentinus tigrinus*. Advances in pharmacological sciences, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1718025>
- Sevindik M, Akgül H, Bal C 2017. Determination of oxidative stress status of *Ompholatus olearius* gathered from Adana and Antalya provinces in Turkey. Sakarya University Journal of Science, 21(3): 324-327.
- Sevindik M, Akgul H, Korkmaz A, Sen I 2018. Antioxidant potentials of *Helvella leucomelaena* and *Sarcosphaera coronaria*. J Bacteriol Mycol Open Access, 6(2): 00173.
- Sevindik M 2019. The novel biological tests on various extracts of *Cerioporus varius*. Fresenius Environmental Bulletin, 28(5): 3713-3717.
- Yildirim NC, Turkoglu S, Yildirim N, Kaplan Ince O 2012. Antioxidant properties of wild edible mushroom *Pleurotus eryngii* collected from Tunceli province of Turkey. Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB), 7(4): 1647-1654.
- Yıldız S, Yılmaz A, Can Z, Kılıç C, Yıldız ÜC 2017. Total phenolic, flavonoid, tannin contents and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus citrinopileatus* cultivated on various sawdust. GIDA/The Journal of Food, 42(3): 315-323.
- Yılmaz A, Yıldız S, Kılıç C, Can Z 2017. Total phenolics, flavonoids, tannin contents and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus* cultivated on different wastes and sawdust. International Journal of Secondary Metabolite, 4(1): 1-9.
- Zhang Y, Geng W, Shen Y, Wang Y, Dai YC 2014. Edible mushroom cultivation for food security and rural development in China: bio-innovation, technological dissemination and marketing. Sustainability, 6(5): 2961-2973.





## Antioxidant Potential and Element Contents of Wild Edible Mushroom *Suillus granulatus*

Waseem MUSHTAQ<sup>1</sup>, Hayri BABA<sup>2</sup>, Ilgaz AKATA<sup>3</sup>, Mustafa SEVİNDİK<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Allelopathy Laboratory, Department of Botany, Aligarh Muslim University, Aligarh 202002, India, <sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Science and Art, Hatay Mustafa Kemal University, Hatay, <sup>3</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Ankara University, Ankara, <sup>4</sup>Department of Food Processing, Bahçe Vocational School, Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2671-7953>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1837-4321>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-1731-1302>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-7223-2220>

✉: sevindik27@gmail.com

### ABSTRACT

Mushrooms are important natural resources in natural ecosystems. They have been used for centuries as a means of food, medicine and religious rituals for humans. In this study, total antioxidant status (TAS), total oxidant status (TOS), oxidative stress index (OSI) and Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb and Zn contents of edible mushroom *Suillus granulatus* (L.) Roussel were determined. Mushroom samples were collected from Hatay-Antakya (Turkey). Ethanol extracts of mushroom samples were obtained. TAS, TOS and OSI values were measured using Rel Assay kits. Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb and Zn contents were determined by atomic absorption spectrophotometer. As a result of the study, TAS value of *S. granulatus* was  $3.143 \pm 0.068$  mmol/L, TOS value was  $18.933 \pm 0.195$   $\mu$ mol/L and OSI value was  $0.603 \pm 0.007$ . Cr content of *S. granulatus* was found to be high. As a result, wild edible mushroom *S. granulatus* had antioxidant potential.

### Research Article

#### Article History

Received : 30.11.2019

Accepted : 20.02.2020

#### Keywords

Edible mushroom  
*Suillus granulatus*  
Antioxidant  
Heavy metal

## Yabani Yenilebilir Mantar *Suillus granulatus*'un Antioksidan Potansiyeli ve Element İçerikleri

### ÖZET

Mantarlar doğal ekosistemlerde önemli doğal kaynaklardır. Yüzyıllardır insanlar için besin, ilaç ve dini ritüellerde araç olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada yenilebilir bir tür olan *Suillus granulatus* (L.) Roussel mantarının toplam antioksidan seviyesi (TAS), toplam oksidan seviyesi (TOS), oksidatif stres indeksi (OSI) ve Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb ve Zn içerikleri belirlenmiştir. Mantar örnekleri Hatay-Antakya (Turkey) ilinden toplanmıştır. Toplanan mantar örneklerinin etanol özütleri elde edilmiştir. TAS, TOS ve OSI değerleri Rel Assay kitleri kullanılarak ölçülmüştür. Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb ve Zn içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda *S. granulatus*'un TAS değeri  $3.143 \pm 0.068$ , TOS değeri  $18.933 \pm 0.195$  ve OSI değeri  $0.603 \pm 0.007$  olarak belirlenmiştir. *S. granulatus*'un Cr içeriğinin ise yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür. Sonuç olarak *S. granulatus* mantarının antioksidan potansiyelinin olduğu belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 30.11.2019

Kabul Tarihi : 20.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

Yenilebilir mantar  
*Suillus granulatus*  
Antioksidan  
Ağır metal

**To Cite :** Mushtaq W, Baba H, Akata I, Sevindik M 2020. Antioxidant Potential and Element Contents of Wild Edible Mushroom *Suillus granulatus*. KSU J. Agric Nat 23 (3): 592-595. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.653241.

### INTRODUCTION

Living organisms produce free radicals as a result of their metabolic activity. The levels of these free radicals can be increased by environmental and inherent effects. In cases where free radicals increase, the antioxidant defense system is activated and reduces or suppresses the effects of free radicals (Selamoglu et al., 2016; Bal et al., 2017). Oxidative stress occurs when the antioxidant defense system is insufficient against free radicals. As a result of

oxidative stress, serious health problems such as cancer, cardiovascular and neurodegenerative diseases and premature aging may occur. In such cases, dietary supplementation antioxidants can be used to suppress or reduce oxidative damage (Gulhan et al., 2014; Selamoglu et al., 2016). There are many different natural sources with dietary supplement antioxidant properties. These fortified antioxidants are very rich in diversity (Sevindik et al., 2017). Since ancient times, people have consumed mushrooms for different

purposes (Ergönül et al., 2017; İnci and Kırbag, 2018). Mushrooms are very important foods because of their easy digestion and high nutritional content. In addition to nutritional properties, many mushrooms species have been reported to have medicinal potential. Previous studies have reported that mushrooms have many biological activities such as anti-angiogenic, antioxidant, anti-inflammatory, anticancer, antitumor, anti-HIV, anti-genotoxic and antimicrobial activities (de Oliveira et al., 2002; Song et al., 2003; Kim et al., 2004; Nith et al., 2007; El Dine et al., 2008; Bozdogan et al., 2016; Bozok et al., 2016; Gürgen et al., 2018; Taşkın et al., 2018; Bal et al., 2019; İnci et al., 2019).

In this study, the potential of wild edible mushroom *Suillus granulatus* (L.) Roussel as a natural antioxidant agent was evaluated. In addition, element levels of mushroom were determined. In this context, TAS, TOS and OSI values of mushrooms and Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb, Zn contents were determined.

## MATERIAL and METHOD

### Extraction Study

Samples of *S. granulatus* were collected from Hatay-Antakya (Turkey) in 2018. Mushroom samples were dried in the incubator at 40 °C and pulverized by mechanical grinding. Overall, 20 g of powdered mushroom samples were weighed and extracted with 200 mL ethanol (EtOH) in a Soxhlet apparatus at 50 °C for about 6 hours. After extraction, the solvent was removed in a rotary evaporator under pressure and the extract was obtained. The extracts were stored at +4 °C until the experiment was performed.

### Antioxidant and Oxidant Studies

TAS and TOS values of *S. granulatus* EtOH extract were determined using Rel Assay kits (Assay Kit Rel Diagnostics, Turkey). Trolox was used for kit calibration in TAS tests. TAS results are expressed as mmol Trolox equiv./L (Erel 2004). Hydrogen peroxide was used for kit calibration in TOS tests. TOS results are expressed as  $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  equiv./L (Erel 2005). OSI value (Arbitrary unit: AU) is determined according to the following formula (Erel, 2005). Analyzes were carried out with 5 replicates.

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

### Determination of Heavy Metal Content

Mushroom samples were dried at 80 °C for constant weighing in order to determine Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb and Zn contents. 0.5 g of these samples were taken and mineralized in a mixture of 9 mL HNO<sub>3</sub> + 1 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in a microwave solubilizer (Milestone Ethos Easy). The elemental contents of the mushrooms were

then determined using the atomic absorption spectrophotometer (Agilent 240FS AA) (Sevindik et al., 2017).

## RESULTS and DISCUSSION

### Antioxidant and Oxidant Activity

Antioxidant and oxidant potentials of wild edible mushroom *S. granulatus* were investigated in this study. The TAS value of *S. granulatus* was determined 3.143±0.068 mmol/L, TOS value was 18.933±0.195  $\mu\text{mol/L}$  and OSI value was 0.603±0.007. There are no studies in the literature regarding the determination of TAS, TOS and OSI values of *S. granulatus*. In studies on different wild edible mushrooms, the TAS values of *Lentinus tigrinus*, *Ceriporus varius*, *Clavariadelphus truncatus*, *Gyrodon lividus* and *Laetiporus sulphureus* were reported as 1.748, 2.312, 2.415, 2.077 and 2.195 mmol/L, respectively. In addition, TOS values were reported as 19.294, 14.358, 3.367, 13.465 and 1.303  $\mu\text{mol/L}$ , respectively. OSI values were reported as 1.106, 0.627, 0.140, 0.651 and 0.059 (Bal 2018; Sevindik 2018a; Sevindik et al., 2018a; Sevindik 2018b; Sevindik 2019). In our study, TAS value of *S. granulatus* was found higher than *L. tigrinus*, *C. varius*, *C. truncatus*, *G. lividus* and *L. sulphureus*. TAS value reflects the whole of enzymatic and nonenzymatic antioxidant molecules produced by mushrooms. In this context, it is seen that *S. granulatus* has high capacity to produce antioxidant compounds. In addition, the differences in TAS values of mushrooms are thought to have changed due to substrate, region and mushroom species. In addition, antioxidant activity of n-hexane, ethyl acetate, aqueous and methanol extracts of *S. granulatus* has been reported in previous studies (Ribeiro et al., 2006; Tel et al., 2013; Chen et al., 2018).

TOS value shows the oxidant compounds produced by mushroom as a result of environmental and metabolic activities. In our study, the TOS value of *S. granulatus* was found lower than *L. tigrinus* and higher than *C. varius*, *C. truncatus*, *G. lividus* and *L. sulphureus*. In this context, it is observed that *S. granulatus* produces more oxidant compounds than other mushrooms. The main reason for the high TOS values of *S. granulatus* is their potential to produce and accumulate oxidant compounds, differences in metabolic processes, differences in mushrooms habitat characteristics and mushroom species. For this reason, it is recommended that fungi or any natural products with high TOS values from these regions carried out in a more controlled manner.

When the OSI values are examined, it is seen that *S. granulatus* suppresses the oxidant compounds produced by its endogenous antioxidant compounds better than *L. tigrinus*, *C. varius* and *G. lividus* mushroom. However, the antioxidant defense system of *S. granulatus* was more passive than that of *C.*

*truncatus* and *L. sulphureus*. As a result, it was determined that *S. granulatus* has antioxidant potential. In addition, it is recommended that the mushroom's antioxidant potential should not be over-consumed.

### Heavy Metal Contents

Mushrooms play an important role in the breakdown of organic matter in the ecosystem. In this context,

Table 1. Heavy Metal Contents

#### Çizelge 1. Ağır Metal İçerikleri

| Element contents (mg.kg <sup>-1</sup> ) ( <i>Element içerikleri</i> ) | Literature ranges (mg.kg <sup>-1</sup> ) ( <i>Literatür aralıkları</i> ) |             |
|---|--|-------------|
| Cr  | 48.82±2.27   | 3.34-42.70  |
| Cu  | 9.37±0.96  | 1.90-109.95 |
| Mn  | 94.01±3.55   | 5.25-103    |
| Fe  | 193.38±4.19  | 14.6-835    |
| Ni  | 3.82±0.12  | 0.18-12.88  |
| Cd  | 1.35±0.11  | 0.16-7.50   |
| Pb  | 10.37±0.85   | 0.68-16.54  |
| Zn  | 28.27±2.03   | 7.13-158    |

In the previous studies on wild mushrooms, the lowest and highest ranges for the elements reported 3.34-42.70 for Cr, 1.90-109.95 for Cu, 5.25-103 for Mn, 14.6-835 for Fe, 0.18-12.88 for Ni, 0.16-7.50 for Cd, 0.68-16.54 for Pb and 7.13-158 mg.kg<sup>-1</sup> for Zn (Kalač and Svoboda, 2000; Svoboda and Chrastny, 2008; Zhu et al., 2010; Gebrelibanos et al., 2016; Sevindik et al., 2018b). Only Cr content of *S. granulatus* used in our study was found to be higher than the literature ranges. Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb and Zn levels of mushrooms were found in the literature. In this context, it is determined that *S. granulatus* accumulate Cr more than other elements.

### CONCLUSIONS

In this study, total antioxidant status, total oxidant status, oxidative stress index and heavy metal contents of wild edible mushroom *S. granulatus* were determined. As a result of the studies, it was determined that the mushroom has antioxidant potential. In addition, it can be used as an indicator of the element Cr.

### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

### REFERENCES

Bal C, Sevindik M, Akgul H, Selamoglu Z 2019. Oxidative Stress index and Antioxidant Capacity of *Lepista nuda* Collected from Gaziantep/Turkey. Sigma 37(1): 1-5.

they accumulate elements at different levels depending on the content of the substrate (Kalač and Svoboda, 2000). The determination of elemental levels of edible mushroom is therefore very important. Because heavy metals accumulate at high levels in mushrooms can adversely affect human health. In this study, Cr, Cu, Mn, Fe, Ni, Cd, Pb and Zn levels of wild edible mushroom *S. granulatus* were determined. The results are shown in Table 1.

- Bal C 2018. A Study on antioxidant properties of *Gyrodon lividus*. Eurasian Journal of Forest Science 6(2): 40-43.
- Bal C, Akgul H, Sevindik M, Akata I, Yumrutas O 2017. Determination of the anti-oxidative activities of six mushrooms. Fresenius Envir Bull 26(10): 6246-6252.
- Bozdoğan A, Eker T, Bozok F, Ulukanli Z, Dogan HH, Buyukalaca S 2016. Multiple Antioxidant and Bioherbicidal Assays of the Edible Mushroom Species "*Ramaria flava*" in the Amanos Mountains. Biointerface Research in Applied Chemistry 6(6):1681-1685
- Bozok F, Eker T, Sezer G, Bozdoğan A, Doğan HH, Büyükalaca S 2016. Investigation of Antioxidant Potential and Phytotoxic Effects of *Ganoderma lucidum* Methanol Extract. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 4(3): 163-170.
- Chen S, Su T, Wang Z 2018. Structural characterization, antioxidant activity, and immunological activity in vitro of polysaccharides from fruiting bodies of *Suillus granulatus*. Journal of food biochemistry 42(3): e12515.
- de Oliveira JM, Jordao BQ, Ribeiro LR, da Eira AF, Mantovani MS 2002. Anti-genotoxic effect of aqueous extracts of sun mushroom (*Agaricus blazei* Murill lineage 99/26) in mammalian cells in vitro. Food and Chemical Toxicology 40(12): 1775-1780.
- El Dine RS, El Halawany AM, Ma CM, Hattori M 2008. Anti-HIV-1 protease activity of lanostane triterpenes from the vietnamese mushroom *Ganoderma colossum*. Journal of natural products 71(6): 1022-1026.

- 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.
- Ergönül PG, Ergönül B, Kalyoncu F, Akata I 2012. Fatty acid compositions of five wild edible mushroom species collected from Turkey. *Int J Pharmacol* 8: 463-466.
- Gebrelibanos M, Megersa N, Tadesse AM, 2016. Levels of essential and non-essential metals in edible mushrooms cultivated in Haramaya, Ethiopia. *Int J Food Contam* 3(1): 2.
- Gulhan MF, Akgul H, Dastan T, Dastan Durna S, Talas ZS 2014. Effects of different concentrations of pollen extract on brain tissues of *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Coastal Life Medicine* 2(3): 169-174.
- Gürgen A, Yıldız S, Çevik U, Yıldız ÜC 2018. Assessment of Metal Contents in *Hydnum rufescens*, *Macrolepiota procera* Mushrooms Collected from Turkey. *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi* 4(2): 15-21.
- İnci Ş, Dalkılıç LK, Dalkılıç S, Kırbağ S 2019. *Helvella leucomelaena* (Pers.) Nannf.'in antimikrobiyal ve antioksidan Etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 20(2): 249-253.
- İnci Ş, Kırbağ S 2018. *Terfezia clavaryi* Chatin'in besinsel içeriği, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 19(2): 138-143.
- Kalač P, Svoboda L 2000. A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chem* 69: 273-281.
- Kim SH, Song YS, Kim SK, Kim BC, Lim CJ, Park EH 2004. Anti-inflammatory and related pharmacological activities of the n-BuOH subfraction of mushroom *Phellinus linteus*. *Journal of ethnopharmacology* 93(1): 141-146.
- Nitha B, Meera CR, Janardhanan KK 2007. Anti-inflammatory and antitumour activities of cultured mycelium of morel mushroom, *Morchella esculenta*. *Current Science* 92(2): 00113891
- Ribeiro B, Rangel J, Valentão P, Baptista P, Seabra RM, Andrade PB 2006. Contents of carboxylic acids and two phenolics and antioxidant activity of dried Portuguese wild edible mushrooms. *Journal of agricultural and food chemistry* 54(22): 8530-8537.
- Selamoglu Z, Akgul H, Dogan H 2016. Environmental effects on biologic activities of pollen samples obtained from different phytogeographical regions in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 25: 2484-2489.
- Sevindik M 2018a. Investigation of oxidant and antioxidant status of edible mushroom *Clavariadelphus truncatus*. *Mantar Dergisi* 9(2): 165-168.
- Sevindik M 2018b. Investigation of antioxidant/oxidant status and antimicrobial activities of *Lentinus tigrinus*. *Advances in pharmacological sciences* <https://doi.org/10.1155/2018/1718025>
- Sevindik M 2019. The novel biological tests on various extracts of *Cerioporus varius*. *Fresenius Environmental Bulletin* 28(5): 3713-3717.
- Sevindik M, Akgul H, Akata I, Alli H, Selamoglu Z 2017. *Fomitopsis pinicola* in healthful dietary approach and their therapeutic potentials. *Acta alimentaria* 46(4): 464-469.
- Sevindik M, Akgul H, Dogan M, Akata I, Selamoglu Z 2018a. Determination of antioxidant, antimicrobial, DNA protective activity and heavy metals content of *Laetiporus sulphureus*. *Fresenius Environmental Bulletin* 27(3): 1946-1952.
- Sevindik M, Rasul A, Hussain G, Anwar H, Zahoor MK, Sarfraz I, Kamran KS, Akgul H, Akata I, Selamoglu Z 2018b. Determination of anti-oxidative, anti-microbial activity and heavy metal contents of *Leucoagaricus leucothites*. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 31(5 (Supplementary)): 2163-2168.
- Song YS, Kim SH, Sa JH, Jin C, Lim CJ, Park EH 2003. Anti-angiogenic, antioxidant and xanthine oxidase inhibition activities of the mushroom *Phellinus linteus*. *Journal of ethnopharmacology* 88(1): 113-116.
- Svoboda L, Chrástný V 2008. Levels of eight trace elements in edible mushrooms from a rural area. *Food Addit Contam* 25: 51-58
- Taşkın H, Eker T, Bozok F, Doğan HH, Büyükalaca S 2018. Determination of Multiple Antioxidant Activities of Endemic *Tricholoma anatolicum* HH Doğan & Intini Collected from Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 6(11): 1582-1585.
- Tel G, Deveci E, Küçükaydın S, Özler MA, Duru ME, Harmandar M 2014. Evaluation of antioxidant activity of *Armillaria tabescens*, *Leucopaxillus gentianeus* and *Suillus granulatus*: The mushroom species from Anatolia. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry* 8(3): 136-147.
- Zhu F, Qu L, Fan W, Qiao M, Hao H, Wang X 2011. Assessment of heavy metals in some wild edible mushrooms collected from Yunnan Province, China. *Environ Monit Assess* 179: 191-199

## *Bryoperdon*, A New Gasteromycete Genus Record for Turkey

Abdullah KAYA<sup>1\*</sup>, Yasin UZUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gazi University, Science Faculty, Dept. of Biology, Ankara <sup>2</sup>Karamanoğlu Mehmetbey University, Science Faculty, Dept. of Biology, Karaman, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4654-1406>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6423-6085>

✉: [kayaabd@hotmail.com](mailto:kayaabd@hotmail.com)

### ABSTRACT

The gasteromycete genus, *Bryoperdon* is given as new record for the Turkish mycobiota by the collection and identification of *B. acuminatum* specimens from Ardeşen district of Rize province. The new recorded taxon is described briefly, and the distribution locality, voucher number and photographs related to its micro and macro morphologies are provided.

### Research Article

#### Article History

Received : 25.10.2019  
Accepted : 23.01.2020

#### Keywords

Biodiversity  
Bryophilous fungi  
Puffballs

## *Bryoperdon*, Türkiye İçin Yeni Bir Gasteromiset Cins Kaydı

### ÖZET

Bir gasteromiset cinsi olan *Bryoperdon*, Rize'nin Ardeşen ilçesinden *B. acuminatum* örneklerinin toplanıp teşhis edilmesiyle Türkiye mikrobiyotası için yeni kayıt olarak verilmiştir. Yeni olarak kaydedilen takson kısaca betimlenmiş ve yayılış lokalitesi, toplayıcı numarası, ve makro ve mikro morfolojilerine ilişkin fotoğrafları verilmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 25.10.2019  
Kabul Tarihi : 23.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

Biyçeşitlilik  
Briyofilik mantarlar  
Puf mantarları

**To Cite** : Kaya A, Uzun Y 2020. *Bryoperdon*, A New Gasteromycete Genus Record for Turkey. KSU J. Agric Nat 23 (3): 596-599. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.638135.

### INTRODUCTION

*Bryoperdon* Vizzini, is a gasteromycete genus within the family *Agaricaceae*. This monotypic genus was recently erected with the member *B. acuminatum* (Bosc) Vizzini, and is characterized by small, ovoid gasteroid basidiome with mycelial cords and lacking a true stipe, lycoperdon type capillitium, smooth to minutely pustulose-verrucose spores, on bryophilous growth on rocks and tree trunks (Vizzini and Ercole, 2017).

*Bryoperdon acuminatum* had been known as *Bovista acuminata* (Bosc) Kreisel, *Lycoperdon acuminatum* Bosc or *Lycoperdon pyriforme* var. *acuminatum* (Bosc) F. Šmarda. Depending on the molecular analysis and morphological and ecological characteristics such as basidiome shape, absence of a subgleba, exoperidium consisting of chained, inflated elements, and bryophilous association, this species raised to the new genus *Bryoperdon* (Vizzini and Ercole, 2017).

As a result of a care review of the current checklists (Sesli and Denchev, 2014; Solak et al., 2015) and the latest contributions (Kaya, 2015; Doğan and Kurt, 2016; Elliot et al., 2016; Türkekul, 2017; Akata and

Gürkanlı, 2018; Doğan, 2018; Uzun et al., 2018; Yakar et al., 2019), hundred and twenty eight gasteromycete taxa have so far been presented from Turkey, and 34 of them belong to the genera *Bovista* Pers. (5), *Bovistella* Morgan (1), *Calbovista* Morse ex M.T. Seidl (1), *Calvatia* Fr. (3), *Chlorophyllum* Marsee (1), *Disciseda* Czern. (1), *Lycoperdon* Pers. (21) and *Mycenastrum* Desv. (1). These genera are also known as puffballs due to emission of brown dust-like spore clouds when the mature fruit body is impacted or bursts.

In this present study, a new genus and subsequently a new species is introduced to the Turkish mycobiota.

### MATERIALS and METHODS

Specimens of *B. acuminatum* were collected during a field trip to Ardeşen district of Rize province on 5th August 2016. The basidiomata were photographed with a Sony DSC HX-400V digital compact camera, at their natural habitats and the required morphological and ecological characteristics were noted. Microscopic investigations were carried out in the laboratory on dried specimens, through a Nikon Eclipse Ci-S

trinocular light microscope, mounting in water and Melzer's reagent. Photographs related to micromorphology was taken through a Nikon DS-Fi2 camera. SEM images were obtained with a Hitachi SU5000 scanning electron microscope. Identification was performed referring to Coker and Couch (1928), Swartz (1936), Bessette et al. (2007), Vizzini and Ercole (2017). The sample is kept at the fungarium of Karamanoğlu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Science Faculty Department of Biology.

## RESULTS

*Basidiomycota* R.T. Moore

*Agaricales* Underw.

*Agaricaceae* Chevall.

*Bryoperdon acuminatum* (Bosc) Vizzini, in Vizzini & Ercole, Phytotaxa 299(1): 80 (2017)

**Syn:** [*Lycoperdon acuminatum* Bosc, *Bovista acuminata* (Bosc) Kreisel, *Lycoperdon pyriforme* var. *acuminatum* (Bosc) F. Šmarda]

**Macroscopic and microscopic features:** Basidiomata 9-14 × 6-9 mm, ovoid to somewhat egg-shaped with a pointed apex and rounded base, whitish to cream when young, pale ochraceous, yellowish brown to brownish at maturity. Exoperidium consists of 0.1-0.2 mm tall pyramidal structures which are usually composed of apically connected 2-4 spines (Figure 1). Endoperidium thin, whitish when young, then light to dark brown. Gleba at first whitish then yellowish green to pale brown. Basidiospores 3.6-4.0 µm in diam., globose to spherical, yellowish brown and almost smooth under light microscope (Figure 2a,b), moderately warty with broken pedicels under SEM (Figure 2c-e).



Figure 1. Basidiocarps of *Bryoperdon acuminatum*  
Şekil 1. *Bryoperdon acuminatum*'ün bazidiyokarpları

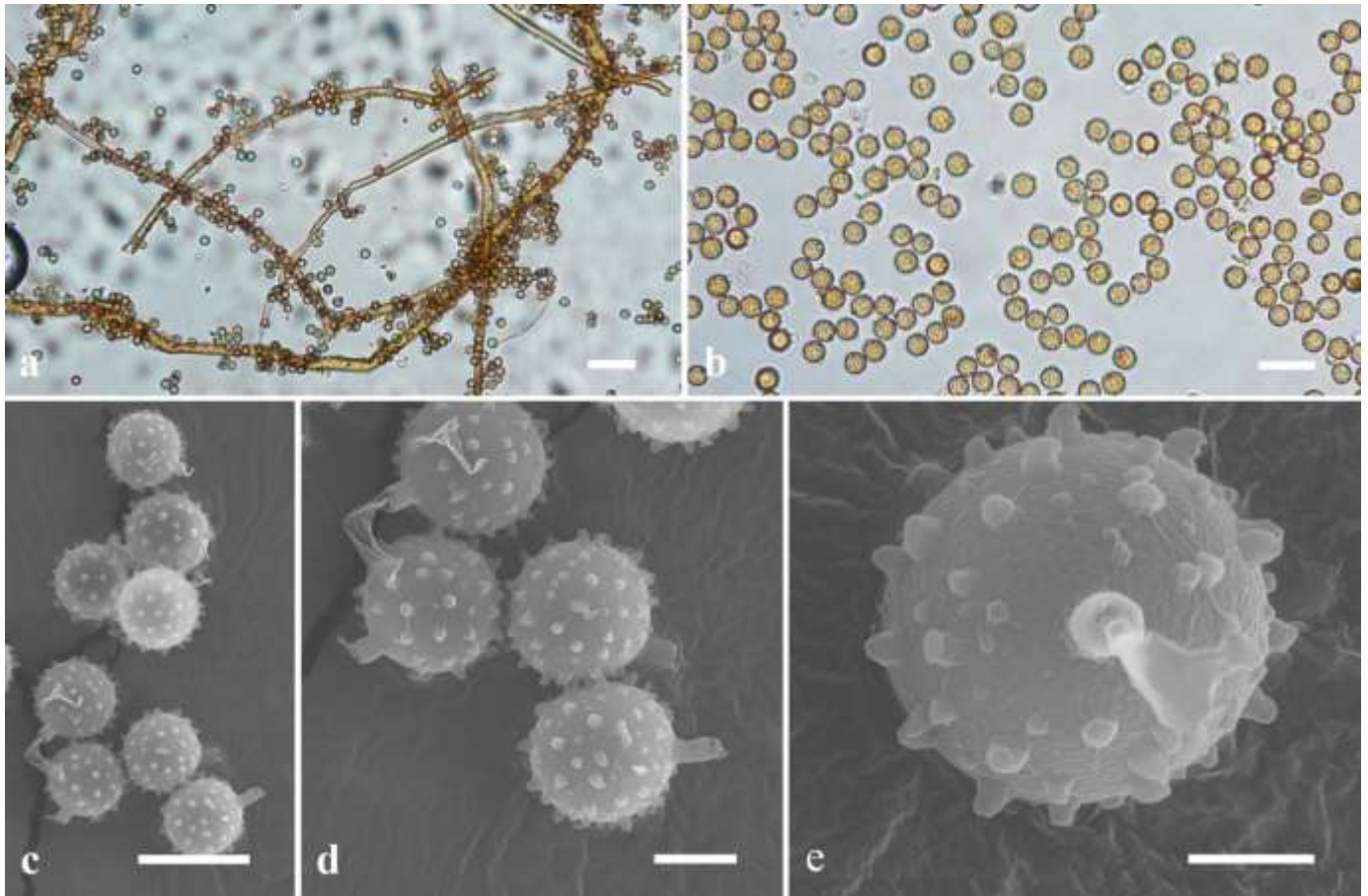


Figure 2. Capillitial hypha and basidiospores (a) and basidiospores (b-e) of *Bryoperdon acuminatum*. (a, b: light microscope, c-e: scanning electron microscope) (bars – a: 50  $\mu$ m, b:10  $\mu$ m, c: 5  $\mu$ m, d: 2  $\mu$ m, e: 1  $\mu$ m) (a, b: in Melzer)

Şekil 2. *Bryoperdon acuminatum*'un kapillitiyal hifleri ve bazidiyosporları (a) ve bazidiyosporları (b-e), (a, b: ışık mikroskobu, c-e: taramalı elektron mikroskobu) (barlar – a: 50  $\mu$ m, b:10  $\mu$ m, c: 5  $\mu$ m, d: 2  $\mu$ m, e: 1  $\mu$ m) (a, b: Melzer)

**Ecology:** *Bryoperdon acuminatum* grows on mossy stumps or stones in deciduous, coniferous and mixed forests (Bessette et al., 2007; Gorbunova, 2017; Gorbunova and Rebriev, 2017; Vizzini and Ercole, 2017).

**Specimen examined:** Rize, Ardeşen, Eskiarmutluk Village, among mosses on rock, 41°07'N-41°08'E, 610 m, 05.viii.2016, Yuzun 5185.

## DISCUSSION

*Bryoperdon acuminatum* is reported here as the first record to Turkey. General characteristics of Turkish specimens are in agreement with those given in the literature (Coker and Couch, 1928; Swartz, 1936; Bessette et al. 2007; Vizzini and Ercole, 2017). Though Vizzini and Ercole (2017) have placed it in the family *Lycoperdaceae* during the first establishment of the genus, we regarded *Bryoperdon* in *Agaricaceae* since we follow Index Fungorum (accessed 22 October 2019).

*Bryoperdon acuminatum* has been widely reported from Central and North America, but it has a rare distribution in Europe (Vizzini and Ercole, 2017), and

according to the The Global Fungal Red List Initiative (accessed 22 October 2019) it was also suggested for Fungal Red List because of its narrow ecological preferences and habitat loss due to deforestation.

Although *B. acuminatum* is a remarkable species with its rather small, oblong, conical fruit bodies with the tip towards the top, and its unique habitat, it may be confused with *Bovista ochrotricha* Kreisel in terms of morphology and ecology. But the exoperidium made up of non-enlarged elements with lanceolate apex, mixed with setiform ones, and more verrucose spores of the latter species differs it from *B. acuminatum*. *Lycoperdon rupicola* Jeppson, E. Larss. & M.P. Martín was also reported to grow mainly among moss carpets, and has morphological similarities with *B. acuminatum* but it is distinguished from *B. acuminatum* by a well-developed subgleba, a prominent, stellately-lobed, protruding apical pore and some phylogenetic properties (Vizzini and Ercole, 2017).

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Karamanoğlu Mehmetbey University Research Fund for supporting the Project 16-M-16 financially.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Akata I, Gürkanlı CT. 2018. A New Genus Record For Turkish Clathroid Fungi. *The Journal of Fungus*, 9(1): 36-38.
- Bessette AE, Roody WC, Bessette AR, Dunaway DL. 2007. *Mushrooms of the Southeastern United States*. New York: Syracuse University Press.
- Coker WC, Couch JN. 1928. *The Gasteromycetes of the eastern United States and Canada*. Baltimore. Chapel Hill: The University of North Carolina Press.
- Doğan HH, Kurt F, 2016. New macrofungi records from Turkey and macrofungal diversity of Pozantı-Adana. *Turkish Journal of Botany*, 40(2): 209-217.
- Doğan HH. 2018. A new Genus, *Schenella*, Addition to Turkish Mycota from Geastraceae. *The Journal of Fungus*, 9(2): 92-94.
- Elliot TF, Türkoğlu A, Trappe JM, Yaratanakul Güngör M. 2016. Turkish truffles 2: eight new records from Anatolia. *Mycotaxon*, 131(2): 439-453.
- Gorburnova IA. 2017. New information about the agaricoid mushrooms of the Katunsky reserve and rare mushrooms of the Republic of Altai (Russia). *Nature Conservation Research* 2(suppl.2): 43-55.
- Gorburnova IA, Rebriev YA. 2017. Rare species of Gasteromycetes of Russia. *Flora of Asian Russia*, 2(26): 3-9.
- Index Fungorum. 2019: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. Accessed 22 October 2019.
- Kaya A. 2015. Contributions to the macrofungal diversity of Atatürk Dam Lake basin. *Turkish Journal of Botany*, 39(1): 162-172.
- Sesli E, Denchev CM. 2014. Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. 6th ed. *Mycotaxon Checklists Online*. 136 p. (<http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/sesli-v106-checklist.pdf>).
- Solak MH, Işıloğlu M, Kalmış E, Allı H. 2015. *Macrofungi of Turkey, Checklist, Vol. 2*. Turkey: Üniversiteliler Ofset, İzmir, 280p.
- Swartz D. 1936. The Development of *Lycoperdon acuminatum*. *Mycologia*, 28(3): 278-283.
- The Global Fungal Red List Initiative. 2019. [http://iucn.ekoo.se/iucn/species\\_view/327150/](http://iucn.ekoo.se/iucn/species_view/327150/). Accessed 22 October 2019.
- Türkecul İ. 2017. New *Calbovista*, *Mycena*, *Rhizopogon*, *Stictis*, and *Symphyosirinia* records from Turkey. *Mycotaxon*, 132(3): 503-512.
- Uzun Y, Kaya A, Yakar S. 2018. A new record and new localities for the genus *Sclerogaster* R.Hesse in Turkey. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23 (Özel Sayı): 9-12.
- Vizzini A, Ercole E. 2017. Detecting the phylogenetic position of *Bovista acuminata* (Agaricales, Basidiomycota) by an ITS-LSU combined analysis: the new genus *Bryoperdon* and revisitation of *Lycoperdon* subgen. *Apioperdon*. *Phytotaxa*, 299(1): 77-86.
- Yakar S, Uzun Y, Çevik FT 2019. New locality records for two hypogeous basidiomycete species in Turkey. *Anatolian Journal of Botany*, 3(1): 28-33.



## Morphological and Molecular Phylogeny of *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. (subgenus *Phlegmacium* sect. *Calochroi*) Collected from Tokat Region

Meryem Şenay ŞENGÜL DEMİRAC<sup>1</sup>, Hakan IŞIK<sup>2</sup>, İbrahim TÜRKEKUL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Molecular Biology and Genetics, 60200, Tokat, <sup>2</sup>Tokat M.Emin Saraç Anatolian Religious High School, 60030, Tokat, <sup>3</sup>Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, 60200, Tokat, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-4879-1908>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-8241-0078>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-1036-9835>

✉: [ibrahim.turkekul@gop.edu.tr](mailto:ibrahim.turkekul@gop.edu.tr)

### ABSTRACT

*Cortinarius* (Pers.) Gray samples were collected in the oak forests from Tokat province. Macro and micromorphological features as well as molecular phylogenetic analyses according to the DNA sequences corresponding to internal transcribed spacer region (ITS) and the large subunit (LSU) of nuclear ribosomal RNA gene regions indicated that the studied specimen is a *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. This study determined the first microscopic and macroscopic morphological description and molecular phylogenetic analysis of the *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. in Turkey.

### Research Article

#### Article History

Received : 06.01.2020

Accepted : 20.02.2020

#### Keywords

*Cortinarius*

Macrofungi

New locality

ITS

LSU

## Tokat Yöresinden Toplanan *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. (subgenus *Phlegmacium* sect. *Calochroi*) Türünün Morfolojik ve Moleküler Filogenisi

### ÖZET

*Cortinarius* (Pers.) Gray örnekleri Tokat ilinden meşe ormanlarında toplanmıştır. Makro ve mikromorfolojik özellikler ile nükleer ribozomal iç aralayıcı bölge (ITS) ve ribozomal en büyük alt birim (LSU) gen bölgelerine karşılık gelen DNA dizileri ile moleküler filogenetik analizler, çalışılan numunenin *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. türü olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, Türkiye'de *C. rufo-olivaceus*'un mikroskobik ve makroskobik morfolojik tanımı ve moleküler filogenetik analizini belirleyen ilk çalışmadır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 06.01.2020

Kabul Tarihi : 20.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

*Cortinarius*

Makrofungus

Yeni lokalite

ITS

LSU

**To Cite :** Şengül Demirak MŞ, Işık H, Türkekul İ 2020. Morphological and Molecular Phylogeny of *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. (subgenus *Phlegmacium* sect. *Calochroi*) collected from Tokat region. KSU J. Agric Nat 23 (3): 600-605. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.671275.

### INTRODUCTION

The genus *Cortinarius* belongs to the order Agaricales and is one of the most diverse group of fungi. Members of this genus establish ectomycorrhizal associations with members of the genus *Quercus* and *Pinus*. They can be distinguished by the cortina between the cap and the stem especially when young, rusty brown lamellae and spore print and bulbous stipe. The subgenus *Phlegmacium* has characteristic features such as viscid cap especially when young, dry stem, arachnoid cortina and rust-yellow to rust brown spore print. In addition to morphological studies, molecular systematic analysis of the genus *Cortinarius* has provided clarification of the phylogenetic relationships among its species, and it

has been possible to measure the taxonomic value of the morphological characters used in this genus (Orton, 1955; Breitenbach and Kränzlin, 2000; Ortega et al., 2008; Stensrud et al., 2014; Ito et al., 2015). Worldwide, the genus *Cortinarius* is represented by more than 5000 records (Kirk, 2011). Approximate 100 records of this genus have been reported from our country and more records are being added gradually with the support of molecular data (Sesli and Denchev, 2014; Akata et al., 2015; Sesli et al., 2015; Sesli et al., 2016; Sesli and Liimatainen, 2018; Sesli, 2018; Kalmer et al., 2019)

*Cortinarius rufo-olivaceus* has been previously reported in Turkey from Osmaniye province (İsiloğlu and Öder, 1995). However, no morphological or

molecular data have been provided for this species. A detailed morphological interpretation is needed for the correct identification of this species. Moreover, molecular data will provide invaluable information to support morphological data and support the identification. Thus, DNA sequences corresponding to internal transcribed spacer region (ITS) and the large subunit (LSU) of nuclear ribosomal RNA genes were analyzed to understand the phylogenetic relationship of this species in *Cortinarius* genus. Although, the existence of *C. rufo-olivaceus* has been reported previously, this study contributes the first documentation of full description of the species and the new locality supported by both morphological and phylogenetic data.

## MATERIALS and METHODS

### Morphological studies

Mushroom samples were detected in the oak forest during a field trip in Akbelen village of Tokat in autumn 2019. Color photographs of basidiocarps were taken and brought to the laboratory in wrapped paper for microscopic studies. Spore print was obtained from a mature basidiocarp and the samples were dried using a heater. The samples were placed into polyethylene bags and kept in the fungarium of Tokat Gaziosmanpaşa University, Department of Biology, for later studies. Microscopic studies were performed on dry samples using some chemicals (such as distillate water, KOH, Congo red, etc.). Comparing the microscopic, macroscopic and ecological features the sample were identified according to the literature such as Bon, 1987; Breitenbach and Kränzlin, 2000; Phillips, 1981; Moser, 1983.

### Molecular studies

#### DNA extraction, PCR amplification and Sequencing

The genomic DNA (gDNA) was extracted from dry samples using GeneMATRIX Plant & Fungi DNA purification kit (EURx, Poland) following manufacturer's protocol. For DNA amplifications, primer pairs ITS4-ITS5 (White et al., 1990) and LROR-LR5 (Vilgalys and Hester, 1990) was used to amplify ITS1-5.8S-ITS2 and 28S LSU rRNA gene regions, respectively. Each polymerase chain reaction (PCR) was performed in 30 µl volume mixture containing 3 µl 10X buffer, 3 µl dNTP mix, 3 µl degenerate primer pair (final concentration of 1 µM each), 0.3 µl Dream Taq DNA polymerase (Thermo), 10 µl gDNA and 7.7 µl sterile ddH<sub>2</sub>O. A negative PCR control reaction was prepared in the absence of gDNA, which included sterile ddH<sub>2</sub>O instead. ITS region was amplified using a programme containing 5 min initial denaturation at 95°C followed by 40 cycles of denaturation at 95°C for 30 sec, annealing at 53°C for 30 sec and extension at 72°C for 1 min and a final extension for 10 min. LSU region was amplified using

a programme 3 min initial denaturation at 95°C followed by 40 cycles of denaturation at 95°C for 30 sec, annealing at 48°C for 30 sec and extension at 72°C for 1 min and a final extension for 10 min. PCR products were checked in a 1 % agarose gel electrophoresis and positive PCR products were gel purified by using Wizard SV Gel and PCR Clean-up System (Promega). Purified PCR products were sequenced in both directions using forward and reverse primers (BM Labosis Inc., Ankara).

### Sequence and Phylogenetic analysis

Chromatograms for forward and reverse primer sequencing were checked for any nucleotide errors. All assembled rDNA sequences were examined using Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) programme using the National Center for Biotechnology Information (NCBI) nucleotide database. For phylogenetic analysis, representative ITS and LSU sequences of *Cortinarius* species were retrieved from GenBank. The multiple sequence alignments and phylogenetic trees for each genomic region were done using Molecular Evolutionary Genetics Analysis software (MEGA 7.0; Kumar et al., 2016). Phylogenetic trees were constructed using the maximum likelihood (ML) and maximum parsimony (MP) methods. ML method was based on Tamura-Nei model (Tamura and Nei, 1993) with bootstrap support of 1000 replicates and default settings. Initial tree(s) for the heuristic search were automatically obtained by using Neighbor-Joining and BioNJ algorithms to a matrix of pairwise distances estimated using the Maximum Composite Likelihood (MCL) approach and topology with superior log likelihood value was selected. MP trees were constructed using the Tree-Bisection-Reconnection (TBR) search method with 100 random addition replications. The bootstrap support values > 50% were marked on the branches of the tree.

## RESULTS and DISCUSSION

### Taxonomy

Description of macrofungi, photographs showing the morphological features of basidiocarps and microphotographs of basidia and basidiospores, locality and collection number are given below. The systematics of the macrofungi are in accordance with Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org>; accessed 14 December 2019).

### Fungi

#### Basidiomycota

#### Cortinariaceae

*Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr., Epicr. Syst. Mycol. 268 (1838).

Pileus 5–10(13) cm across, hemispherical at first, then convex to plane, sometimes depressed, slightly

indented, pink- to purple-red or reddish-copper with paler margin. Flesh thick, whitish, light violet under cap cuticle. Stipe 4–9(10) × 1.2–2.0 cm, cylindrical, solid, pale violaceous, emarginated by a wine-red veil, bulbous, base with a purple-brown to wine-brown. Lamellae broadly attached, greenish to lemon-yellow when young then olivaceous-rusty, finally dark rusty, dense, fragile, narrow. Basidiospores (9-)11.5–13.5(-14) × (5.5-)6–7.5(-8) µm, lemon-shaped or almond-shaped. Basidia clavate, 40–45 × 10–12 µm, tetrasterigmatic and a basal clamp. Marginal cells cylindrical to clavate, 13–20 × 3–8 µm; no pleurocystidia seen (Figure 1). Spore print rust. KOH reaction green, then slowly red on cap cuticle, dark green at first, later dark red-brown on the flesh. Habitat under broadleaved trees, especially *Fagus* and *Quercus*. Growing season spring and autumn (Phillips, 1981; Moser, 1983; Bon, 1987; Breitenbach and Kränzlin, 2000; Garrido-Benavent et al., 2015; Mazza 2019).

**Specimen examined:** Tokat, central district, Akbelen village, among leaf litters in *Quercus* sp. forest, 40°27'498"N- 36°39'226"E, 1022 m, 15.12.2019, HIS 19.

*Cortinarius rufo-olivaceus* var. *vinosus* (Cooke) species has been found in Barcelona (Spain) (Garrido-Benavent et al., 2015). The morphological features of this species resemble our sample of *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. such that they have similar spore size, red to purplish pileus. However, we found that *C. rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. has greenish to lemon yellow lamellae and not purplish yellow.

Morphologically, *Cortinarius prasinus* (Schaeff.) Fr. and *C. cupreorufus* Brandrud also resemble *C. rufo-olivaceus*. However, *C. prasinus* has a smaller basidiocarp, greenish yellow lamellae, slightly smaller spores (9–11,5 × 6–7) when compared to that of *C. rufo-olivaceus*. Additionally, *C. prasinus* cap colour is hazel or ferruginous to reddish tawny at the centre and greenish yellow at the margin. KOH reaction shows dark red color on the cuticle (Garrido-Benavent et al., 2015). *Cortinarius cupreorufus* has yellowish bulbous stipe and copper-brown pileus. But, *C. cupreorufus* grows mainly in coniferous forests, usually near *Picea* (Breitenbach and Kränzlin, 2000). These differences clearly distinguish *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. from other species that are morphologically similar.

### Molecular Phylogeny

*Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. was first identified in 1995 by Işıloğlu and Öder (1995) in Osmaniye region of Turkey. However, this study did not examine the macro- micro morphological properties of this fungus species. Additionally, no molecular study has been conducted to evaluate the

molecular phylogeny of this species.

In this study, an approximately 688 bp long region for ITS1-5.8S-ITS2 and 948 bp long region for the 28S LSU rRNA gene were amplified and both sequences were deposited at GenBank under the accession numbers MN814239 and MN889515, respectively. We obtained the ITS genomic region sequence data for 53 species that were representatives of the Rufoolivacei clade and constructed both MP and ML trees using *C. aureifolius* as the outgroup species. Since similar topologies were observed, only ML tree was given to indicate phylogenetic relationship of the studied species based on ITS region (Figure 2). The *Cortinarius* species were distributed in separate phylogenetic units. Previously identified sequences belonging to *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. species were well conserved with a bootstrap support of 99 % and our sequence was included among them. The tree also separated *C. prasinus* and *C. rufo-olivaceus* with a bootstrap support of 76 %. There are few representative LSU sequences in the Rufoolivacei clade and no significant matches were observed from our BLAST results. Phylogenetic relationship based on LSU region was not well resolved due to low bootstrap values. Thus, no phylogenetic separation at the subgenus level was observed for LSU region.

As mentioned above, morphological similarities exist within *Cortinarius* species that could support their close relationship. However, microscopic variations also in congruent with our molecular data and well separate members of the Rufoolivacei clade. Our ITS tree provides further detail on the evolutionary relationship of most studied species that belong to section Fulvi and phylogenetic data mostly agree with other studies (Froslev et al., 2007; Garnica et al., 2009).

### CONCLUSIONS

The genus *Cortinarius* is the largest genus of Agaricales and systematic studies could be overwhelming. Integrating macro- and micromorphological characters as well as molecular phylogenetic analysis are important to well characterize a species within this genus. Molecular analyses are very helpful in determining the relationship in closely related species. As more nuclear rDNA sequences are available, it is more possible to solve species delimitation and identification in the *Cortinarius* genus. In this study, we not only used ITS region but also LSU sequence to confer molecular identification of a *Cortinarius* species in Turkey. Accordingly, the identified species was found to be a *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr. and supported by morphological results. Our finding contributes significantly to the *Cortinarius* mycobiota of Turkey.

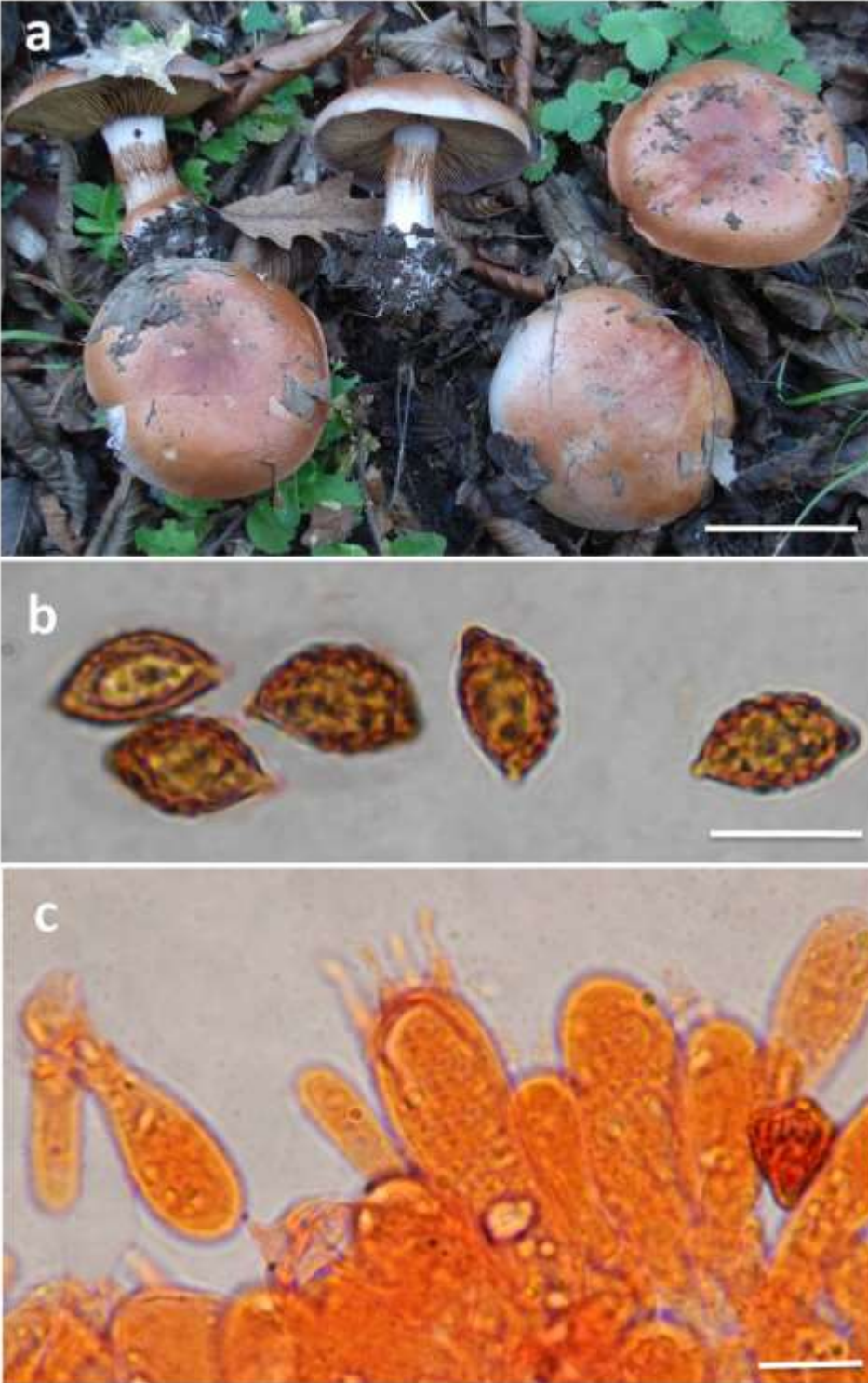


Figure 1. *Cortinarius rufo-olivaceus*: a-basidioma; b- basidiospores (in congo red); c- basidium and marginal cells (in congo red) (scale bars: a= 70 mm; b, c = 10  $\mu$ m).

Şekil 1. *Cortinarius rufo-olivaceus*: a-bazidiokarplar; b- bazidiosporlar (kongo kırmızısı ortamında); c- bazidium ve marjinal hücreler (kongo kırmızısı ortamında) (ölçek çubuğu: a= 70 mm; b, c = 10  $\mu$ m).

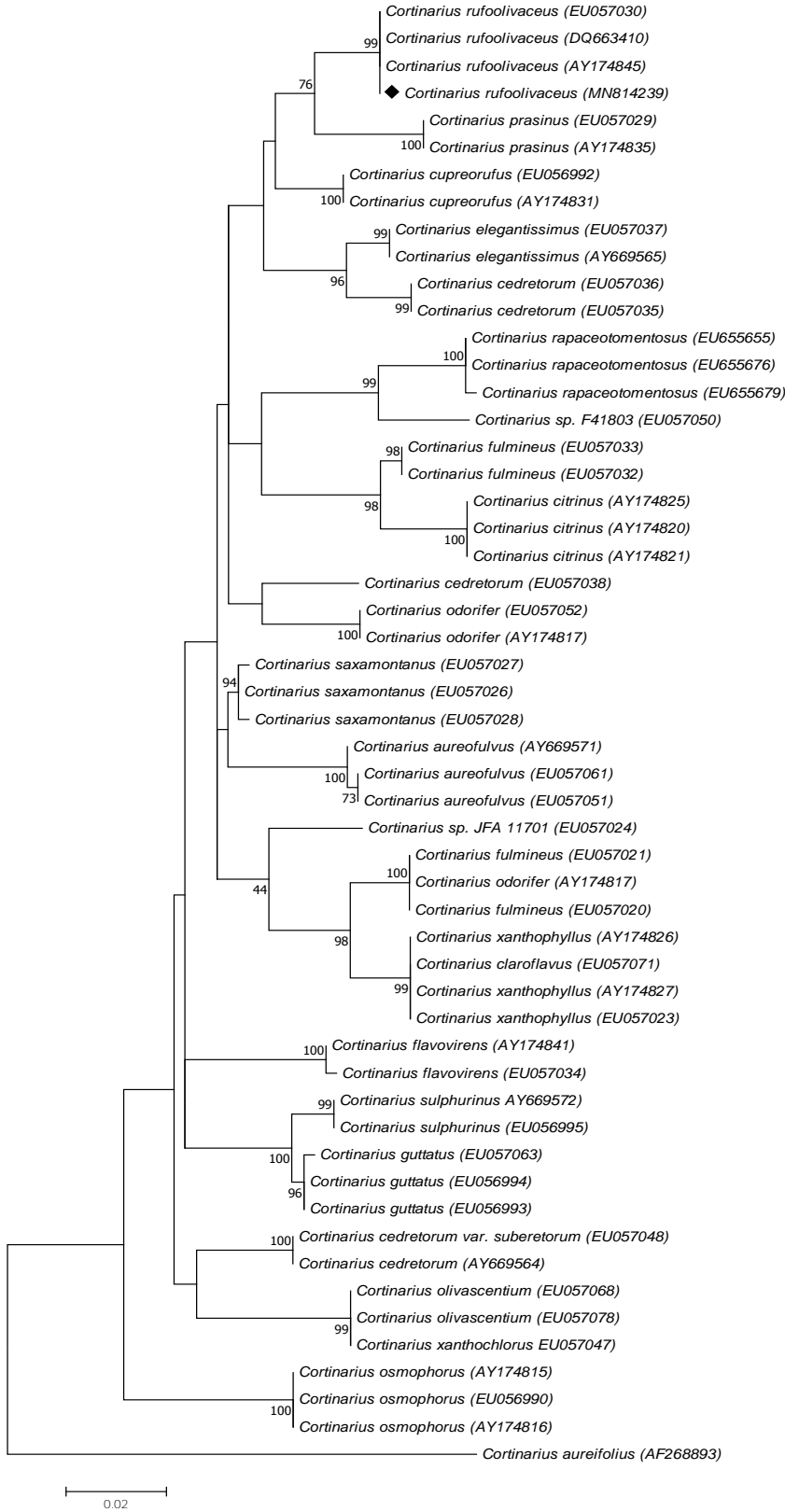


Figure 2. Phylogenetic relationship of *Cortinarius* species inferred from ITS genomic region using ML method. Diamond label indicate the Turkish *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr identified in this study. *Cortinarius aureifolius* was used as the outgroup species. Bootstrap support values  $\geq 50\%$  from ML analysis were shown on the branches. Bar indicates 0.02 expected change per site per branch.

Şekil 2. ML yöntemi kullanarak *Cortinarius* türleri arasında ITS genomik bölgeden çıkarılan filogenetik ilişki. Elmas ile gösterilen simge, bu çalışmada belirlenen Türk *Cortinarius rufo-olivaceus* (Pers.) Fr'yi göstermektedir. ML analizlerinde,  $\geq 50\%$  bootstrap destek değerleri olan dalların üstünde gösterilmiştir. 0.02 çizgisi, her daldaki her noktaya ait tahmini değişimi ifade etmektedir.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by Tokat Gaziosmanpaşa University Scientific Research Project Foundation (BAP project No: 2019/87).

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Akata I, Kabaktepe S, Akgül H 2015. *Cortinarius caperatus* (Pers.) Fr., a new record for Turkish mycobiota. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty* 15: 86-89.
- Bon M 1987. *The Mushrooms and Toadstools of Britain and North-Western Europe*. Hodder-Stoughton, London, 352 p.
- Breitenbach J, Kränzlin F 2000. *Fungi of Switzerland*. Vol.5, Verlag Mykologia, Lucerne, Switzerland.
- Frøslev TG, Jeppesen TS, Læssøe T, Kjølner R 2007. Molecular phylogenetics and delimitation of species in *Cortinarius* section Calochroi (Basidiomycota, Agaricales) in Europe. *Molecular phylogenetics and evolution* 44(1): 217-227.
- Garnica S, Weiß M, Oertel B, Ammirati J, Oberwinkler F 2009. Phylogenetic relationships in *Cortinarius*, section Calochroi, inferred from nuclear DNA sequences. *BMC Evolutionary Biology* 9(1): 1.
- Garrido-Benavent I, Ballarà J, Mahiques R 2015. New insights into subgenus *Phlegmacium* section Calochroi: adding morphological and molecular data from Mediterranean representatives, with special regard to *Cortinarius prasinus*, *C. natalis* and *C. murellensis* species complexes. *Journal des J.E.C.*, 17:38-78.
- İşiloğlu M, Öder N 1995. Contributions to the macrofungi of Mediterranean Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 19: 603-609.
- Ito ZA, Reshi ZA, Basharat Q, Majeed ST, Andrabi KI 2015. Identification and characterization of Ectomycorrhizal *Cortinarius* species (Agaricales, Basidiomycetes) from temperate Kashmir Himalaya, India, by ITS barcoding. *Advances in Molecular Biology* 2015: 1-9.
- Kalmer A, Acar İ, Dizkırıcı Tekpınar A 2019. Phylogenetic and taxonomic studies on *Cortinarius caeruleus* (Schaeff.) Fr. a new record for Turkish mycota. *The Journal of Fungus* 10(1):8-16.
- Kirk P 2011. *Index Fungorum*. URL: <http://www.indexfungorum.org> (accessed 27.12.2019).
- Kumar S, Stecher G, Tamura K 2016. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular biology and evolution* 33(7): 1870-1874.
- Mazza G 2019. *Monaco Nature Encyclopedia*. Retrieved in December, 21, 2019 from <https://www.monaconatureencyclopedia.com/cortinarius-rufolivaceus/?lang=en>
- Moser M 1983. *Keys to Agarics and Boleti*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 535 p.
- Ortega A, Suárez-Santiago VN, Reyes JD 2008. Morphological and ITS identification of *Cortinarius* species (section Calochroi) collected in Mediterranean Quercus woodlands. *Fungal Diversity*, 29: 73-88.
- Orton PD 1955. The genus *Cortinarius* I. *Myxaciaceae* and *Phlegmaciaceae*. *The Naturalist*. 1-80, London.
- Phillips R 1981. *Mushrooms and Other Fungi of Great Britain & Europe*. Pan Books Ltd., London.
- Sesli E, Denchev CM 2014. Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. 6 th. *Mycotaxon Checklists Online*: 1-136.
- Sesli E, Contu M, Jordi VI, Moreau PA, Battistin E 2015. Taxonomic studies on some agaricoid and boletoid fungi of Turkey. *Turkish Journal of Botany* 39(1): 134-146.
- Sesli E, Türkekul İ, Akata I, Niskanen T 2016. New records of Basidiomycota from Trabzon, Tokat, and İstanbul provinces in Turkey. *Turkish Journal of Botany* 40(5): 531-545.
- Sesli E 2018. *Cortinarius* ve *Lyophyllum* cinslerine ait yeni kayıtlar. *Mantar dergisi* 9(1): 18-23.
- Sesli E, Liimatainen K 2018. *Cortinarius conicoumbonatus* (*Cortinarius* subgen. *Telamonia* sect. *Hinnulei*): a new species from spruce-beech forests of the East Black Sea Region of Turkey. *Turkish Journal of Botany* 42(3): 327-334.
- Stensrud Ø, Orr RJS, Røberg KR, Schumacher T, Høiland K 2014. Phylogenetic relationships in *Cortinarius* with focus on North European species. *Karstenia*, 54: 57-71.
- Tamura K, Nei M 1993. Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molecular biology and evolution* 10(3): 512-526.
- Vilgalys R, Hester M 1990. Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *Journal of Bacteriology* 172(8): 4238-4246.
- White TJ, Bruns T, Lee SJ, Taylor J 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, editors. *PCR protocols: a guide to methods and applications*. New York, NY, USA: Academic Press, pp. 315-322.



## A New Genus Record for the Flora of Turkey: *Reynoutria* (Polygonaceae)

Fergan KARAER<sup>1</sup>, Salih TERZİOĞLU<sup>2\*</sup>, Hamdi Güray KUTBAY<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Science, Faculty of Education, Ondokuz Mayıs University, Samsun, <sup>2</sup>Department of Forest Botany, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, Trabzon, <sup>3</sup>Department of Biology, Faculty of Art and Science, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3781-2128>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-4146-3514>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-9511-9159>

✉: sterzi@ktu.edu.tr

### ABSTRACT

This paper describes *Reynoutria* as a newly recorded genus of Dock Family (Polygonaceae) to Turkey. Specimens of *R. japonica* Houtt. (Polygonaceae) were collected from Terme/Bazlamaç (Samsun). Adding this new genus, the number of genera in Turkish Flora reached to 11 and the identification key for genera of Polygonaceae was updated. In addition, Turkish name, detailed description, photographs, locality information and geographical distribution map of the species were given in the present study.

### Research Article

#### Article History

Received : 10.12.2019  
Accepted : 23.01.2020

#### Keywords

New record  
Polygonaceae  
*Reynoutria*  
Samsun  
Turkey

## Türkiye Florası için Yeni Bir Cins Kaydı : *Reynoutria* (Polygonaceae)

### ÖZET

Bu çalışmada, Madımakgiller familyası (Polygonaceae)'nın bir cinsi olan *Reynoutria* Türkiye için yeni kayıt olarak tanıtılmaktadır. *R. japonica* Houtt. (Polygonaceae) türüne ait bitki örnekleri Terme/Bazlamaç (Samsun) yöresinden toplanmıştır. Bu cinsin de ilavesiyle familyanın Türkiye florasındaki cins sayısı 11'e yükselmiş ve familyanın cins anahtarı yeniden hazırlanarak sunulmuştur. Ayrıca türün Türkçe adı, detay tanımlaması, fotoğrafları, lokasyon bilgileri ve ülkemizdeki yayılış haritası bu çalışmada verilmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 10.12.2019  
Kabul Tarihi : 23.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

Yeni kayıt  
Polygonaceae  
*Reynoutria*  
Samsun  
Türkiye

**To Cite** : Karaer F, Terzioğlu S, Kutbay HG 2020. A New Genus Record for the Flora of Turkey: *Reynoutria* (Polygonaceae). KSU J. Agric Nat 23 (3): 606-610. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.657654.

### INTRODUCTION

The family *Polygonaceae* Juss. (Buckwheat or Dock family) encompasses about 50 genera and 1200 species worldwide and distributed mainly in temperate zone of the Northern Hemisphere and rarely in tropical regions (Heywood, 1978; Freeman and Reveal, 2005). This family has already been reported that it consists of nine native and one naturalized genus in Turkish flora (Keskin, 2012). *Reynoutria* Houtt. is closely related to genera such as *Fallopia* Adans, *Calligonum* L. and *Fagopyrum* Mill. *Reynoutria japonica* Houtt. (Japanese knotweed), a noxious weed in Turkey, grows naturally in Japan, Eastern Asia, China, Korea and Taiwan (Beerling et al., 1994; Bailey, 2003). As ornamental plant, it was introduced into Europe from Japan and Eastern Asia in the 19th century (Conolly, 1977; Pyšek and Prach, 1993). International Union for Conservation of Nature (IUCN) ranked this species as one of the most invasive 100 organisms of the world (Lowe et al., 2000). It is also recognised as one of the

worst invasive alien species (IAS) at a European scale (Nentwig et al., 2017; Fennel et al., 2018) and according to the DAISIE database it is one of the 18 most invasive plants in Europe (Kirpluk et al., 2019). This study aimed to record the genus *Reynoutria* and its species (*R. japonica*) to the alien vascular flora of Turkey.

### MATERIAL and METHOD

Some specimens of *Reynoutria* Houtt were collected in June of 2014, during the fieldwork of a project (supported by Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Nature Conservation and National Parks) in A6 Samsun province, National Biodiversity Inventory and Monitoring. After checking the literature, it was concluded that the specimens of *R. japonica* were previously unknown in Turkey (Keskin, 2012). Additionally, all specimens were cross-checked according to the relevant literature (Bimová et al.,

2004; Lee, 2002; Mack et al., 2000; Pyšek and Prach, 1993; Pyšek, and Richardson, 2000; Pyšek et al., 2003; Rejmánek, 1995; Richardson et al., 2000). The specimens were also cross-checked with the specimens of Polygonaceae in different herbaria (E, OMUB, KATO, GAZI, ANK, HUB, ISTE and ISTF). The specimens of new findings were kept at the OMUB and KATO Herbaria.

## RESULTS and DISCUSSION

*Reynoutria* Houtt., Nat. Hist. 2 (8): 639 (1777).

Perennial, rhizomes thick, stems erect, stout, hollow. Ocrea oblique, leaves simple, alternate, petiolate, blade ovate or ovate-elliptic, margin entire. Inflorescence axillary, paniculate, flowers unisexual, perianth persistent, 5-parted including 2 inner and 3 outer, tepals accrescent, winged on abaxial surface in female flowers, stamens 8, styles 3; stigmas fimbriate, achenes ovoid, trigonous.

*Reynoutria* can be distinguished from the related genera, *Fallopia* and *Fagopyrum*, by its not twining stems, wingless achenes, bisexual flowers, broadly cuneate-rounded and truncate leaves and fimbriate stigmas. However, identification key in the Flora of Turkey and the East Aegean Islands not includes these taxa (Davis, 1967). Thus, key to genera of Polygonaceae was rearranged below for the Turkish vascular flora:

1. Shrub or rarely subshrub
2. Stems twining .....5. *Fallopia*
2. Stems not twining
3. Stamens 10-18; fruit covered with stiff, tuberculate, intertwined bristles, leaves small, scaly; styles 4 .....2. *Calligonum*
3. Stamens 6-8; fruit not covered with bristles, leaves large, not scaly; styles 2 or 3
4. Stamens inserted at the mouth of the perianth; fruit with three bilobed wings .....8. *Pteropyrum*
4. Stamens inserted at the base of the perianth; fruit unwinged.....1. *Atraphaxis*
1. Annual or perennial, sometimes with woody stocks herbs
5. Achenes with wings
6. Tepals 4; stigma 2, stamens 4-5; achenes biconvex, leaves mostly all basal, reniform to triangular-cordate, long-petiolate .....6. *Oxyria*
6. Tepals 6; stigma 3, stamens 9; achenes trigonous not horned at base; leaves palmately veined.....10. *Rheum*
5. Achenes without wings
7. Flowers unisexual, bisexual
8. Leaves broadly cuneate, rounded, truncate stigmas fimbriate .....9. *Reynoutria*
8. Leaves, hastate, sagittate or cordate, stigmas not fimbriate

9. Leaves cordate; fruiting perianth segments with hard spiny tip.....3. *Emex*
9. Leaves hastate or sagittate; stigmas penicillate, fruiting perianth segments without hard spiny tips .....11. *Rumex*
7. Flowers hermaphrodite
10. Perianth segments 6, the inner much larger than the outer in fruit; stamens 6.....11. *Rumex*
10. Perianth segments 5; tepals not enlarged in fruit, rarely enlarged, becoming fleshy, all  $\pm$  equal in fruit; stamens 8
11. Achenes trigonous, much longer than or rarely equalling persistent perianth stamens usually 3 .....4. *Fagopyrum*
11. Achenes trigonous or biconvex, shorter than or rarely longer than persistent perianth stamens usually 8 .....7. *Polygonum*

*Reynoutria japonica* Houtt., Nat. Hist. 2(8): 639 (1777). (Figures 1, 2).



Figure 1. *Reynoutria japonica* A and B: Branches with leaves and axillar inflorescences and the base of the stem above each joint is surrounded by a membranous sheath; C: Inflorescence is erect raceme or panicle (photos by F. Karaer).

Şekil 1. *Reynoutria japonica* A ve B: Dallar yapraklı ve koltuklarda çiçek kurullu ve her eklemın yukarısındaki gövde tabanı bir zarsı kılıfla çevrilidir; C: Çiçek kurulu salkım veya birleşik salkım (Foto F. Karaer).



**Syn.:** *Fallopia compacta* (Hook.f.) G.H.Loos & P.Keil, *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr., *Fallopia japonica* f. *colorans* (Makino) Yonek., *Fallopia japonica* var. *compacta* (Hook.f.) J.P.Bailey, *Fallopia japonica* var. *compacta* J. Bailey, *Fallopia japonica* var. *hachidoensis* (Makino) Yonek. & H.Ohashi, *Fallopia japonica* var. *uzenensis* (Honda) Yonek. & H.Ohashi, *Pleuropterus cuspidatus* (Siebold & Zucc.) H.Gross, *Pleuropterus zuccarinii* (Small) Small, *Polygonum compactum* Hook.f., *Polygonum cuspidatum* Siebold & Zucc., *Polygonum cuspidatum* var. *spectabile* Noter, *Polygonum hachidoense* Makino, *Polygonum reynoutria* Makino, *Polygonum reynoutria* f. *Colorans* Makino, *Polygonum sieboldii* de Vriese ex L.H.Bailey, *Polygonum zuccarinii* Small, *Reynoutria compacta* (Hook.f.) Nakai, *Reynoutria hachidoensis* (Makino) Nakai, *Reynoutria hachidoensis* var. *terminalis* Honda, *Reynoutria hachidoensis* Nakai ex Jotani, *Reynoutria hastata* Nakai ex Ui, *Reynoutria henryi* Nakai, *Reynoutria japonica* var. *compacta* (Hook.f.) Moldenke, *Reynoutria japonica* var. *hastata* (Nakai ex Ui) Honda, *Reynoutria japonica* var. *spectabilis* (Noter) Moldenke, *Reynoutria japonica* var. *terminalis* (Honda) Kitag., *Reynoutria japonica* var. *uzenensis* Honda, *Reynoutria uzensis* (Honda) Honda, *Tiniaria japonica* (Houtt.) Hedberg (TPL, 2019).

Shrub like or woody based herbaceous perennial, adventitious roots thread-like. Rhizomes thickened, dark brown, knotty, up to 8 cm in diameter, spread laterally, ca. 7–20 m. Above ground stems numerous, smooth, erect, 1–2 (–3) m tall, stout, branched above, hollow, striate, papillate, often with red or purple spots, the base of the stem above each joint is surrounded by a membranous sheath. Petiole 1–2 cm, papillate; leaf blade ovate or broadly elliptic, 3–12(–14) × 4–9 cm, sub leathery, both surfaces glabrous, papillate along veins, base broadly cuneate, rounded or truncate, margin entire, apex acute or shortly acuminate. Inflorescence axillary, erect raceme or panicle, 3–8 (–15) cm long, bracts funnel-shaped, 1–2 mm, oblique, each 2–4-flowered, flowers borne in

fascicles, pedicels 3–4 mm, slender, articulate below middle. Flowers minute white, cream or greenish, occur in perianth, 5-parted. Stamens 8, longer than perianth in male flowers. 3 outer petals acrescent and winged on abaxial surface; styles 3; stigmas fimbriate in female flowers. Achenes black-brown, shiny, ovoid-ellipsoid, 4–5 mm. and included in persistent perianth. *Flowering 6–9, fruiting 7–10, field margins, roadsides.*

Collected locality: A6 Samsun - Terme, Bazlamaç district, *field margins, roadsides*, 210-315 m, 16.10.2014, F. Karaer 30135 (OMUB!), Ibid. 250-425 m, 15. xi. 2014, F. Karaer 30375 (OMUB!), (KATO 19251!) (Figure 2).

Turkish name: Japon Madımağı.

*Reynoutria japonica* is found in different habitats such as edge of road, wasteland and open woodland. Specimens were collected during the flowering and fruiting periods from semi natural populations near Bazlamaç district in Terme /Samsun province, Turkey. The following species were growing in association with *R. japonica* at its sites in Samsun: *Tagetes minuta* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Urtica dioica* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Geranium robertianum* L. and *Sambucus ebulus* L.

The species belongs to the sect. *Reynoutria* (Houtt.) Ronse Decr., characterized by herbaceous perennial plants, with erect robust stems, well-developed thick rhizomes, large orbicular to broadly ovate leaves, deeply three-parted styles with fimbriate stigmas and a functionally dioecious breeding system.

The specimens were collected from a population of approximately 1.5 km<sup>2</sup> growing at the border of both sides of road and open woodland. The population have individuals from 0.5 to 1.2 m high.

*Reynoutria japonica* was determined by the Houttuyn (in 1777) and independently Siebold (in 1846) described it as *Polygonum cuspidatum* Sieb & Zucc. In recent times, this taxon is adopted Meissner's classification (in 1856) as *Fallopia japonica* var.

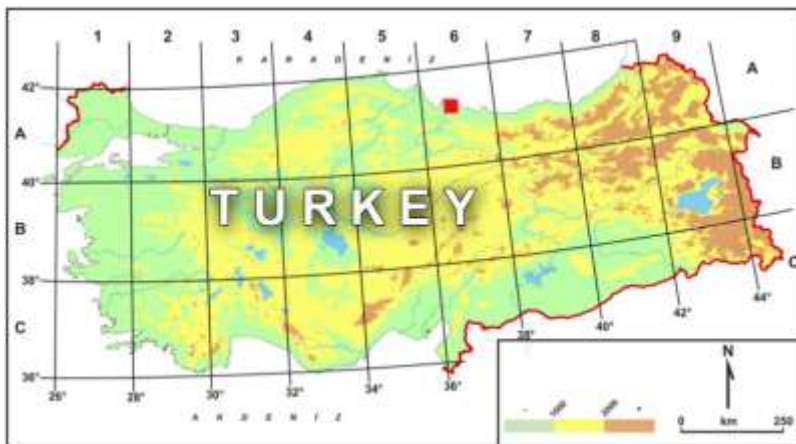


Figure 2. Distribution of *Reynoutria japonica* (■) in Turkey (adapted from Güner, 2014).

Şekil 2. *Reynoutria japonica* (■)'nin Türkiye'deki yayılışı (Güner, 2014'den uyarlanmıştır).

*japonica*; the classification and nomenclature of it has been changed, because of the historical complication (Beerling et al., 1994; Bailey and Conolly, 2000). Today, authors use different names. In Europe the species are recognized in two different generic names; *Reynoutria* and *Fallopia*. *Fallopia* combinations are on the standard list of British and German flora, while IPNI (2019) and Tropicos (2019) and other researchers use *Reynoutria* as a generic name (Mirek et al., 2002; Tokarska-Guzik, 2003, 2005).

In the one hand Japanese knotweed spreads mainly by vegetative way, on the other hand it shows sexual reproduction by hybridization (Vichotová and Šerá, 2008). It easily establishes the monoculture by spreading clonally via rhizomes (Forman and Kesseli, 2003) that they are capable of extensive spread both horizontally and vertically. In riparian areas in south eastern Terme/Samsun, some sprouts of unidentified knotweeds do not emerge for 1 to 2 years all aboveground growth. Rhizome shoot production is in May, July, and September. It is gynodioecious in the Samsun.

*Reynoutria japonica* is commonly establishing in disturbed areas, including water sources, such as stream sides, in low-lying areas, waste places and roadsides, around old home sites and abandoned fields or gardens. However, its growth is limited by availability of sunlight (Beerling, 1993; Beerling et al., 1994; Mandák et al., 2004). Its wide distribution in the world refers that this species has a strong potential to be invasive in Turkey. Its distribution has already confined to only few very close localities in Terme where the potential waste places and farm lands occur. It is capable of easily producing new colonies via fruits, which can be dispersed by wind, and rhizomes. Once established, the populations of Japanese knotweed are extremely persistent especially in riparian areas. Control methods are expensive and extremely labor intensive. Mechanical methods followed by herbicide treatments have proven somewhat successful in heavily infested areas and biological control agents are not currently available (Klein, 2011). This is an extremely difficult vascular plant species in order to control because of its ability to regrow both from vegetative and generative parts.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We are indebted to the directors of the following herbaria; E, OMUB, KATO, GAZI, ANK, HUB, ISTE and ISTF. We also express our special thanks to Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Nature Conservation and National Parks for their 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

- Bailey JP 2003. Japanese Knotweeds s.l. at Home and Abroad. L. Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions. (Backhuys Publishers, Leiden: Eds. Child JH, Brock G, Brundu K, Prach P, Pyšek PM, Williamson WM) 183–196.
- Bailey JP, Conolly AP 2000. Prize-Winners to Pariahs – A history of Japanese Knotweed s.l. (Polygonaceae) in the British Isles. *Watsonia*, 23: 93–110.
- Beerling DJ 1993. The Impact of Temperature on the Northern Distribution Limits of the Introduced Species *Fallopia japonica* and *Impatiens glandulifera* in Northwest Europe. *Journal of Biogeography*, 20: 45–53.
- Beerling DJ, Bailey JP, Conolly AP 1994. *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene (*Reynoutria japonica* Houtt.; *Polygonum cuspidatum* Sieb. Zucc.). *Journal of Ecology*, 82: 959–979.
- Bimová K, Mandák B, Kasparova I 2004. How does *Reynoutria* Invasion Fit the Various Theories of Invisibility? *Journal of Vegetation Science*, 15: 495–504.
- Conolly AP 1977. The Distribution and History in the British Isles of some Alien Species of *Polygonum* and *Reynoutria*. *Watsonia*, 11: 291–311.
- Davis PH (ed.) 1967. Polygonaceae. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 2. Edinburgh University, Edinburgh, pp. 265–293.
- Fennel M, Wade M, Bacon KL 2018. Japanese knotweed (*Fallopia japonica*): an analysis of capacity to cause structural damage (compared to other plants) and typical rhizome extension. *PeerJ*, 6: e5246.
- Forman J, Kesseli R 2003. Sexual Reproduction in the Invasive Species *Fallopia japonica* (Polygonaceae). *American Journal of Botany*, 90: 586–592.
- Freeman CC, Reveal JL 2005. Flora of North America- Polygonaceae. Vol. 5. Oxford University Press, Oxford, pp. 216–221.
- Güner A 2014. Resimli Türkiye Florası, Cilt1. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi, Türkiye Flora Araştırmaları Derneği ve Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 763s.
- Heywood VH 1978. Flowering Plants of the World, Oxford University Press, Oxford, p336.
- IPNI 2019. <http://www.ipni.org> (Accessed: 25 November 2019).
- Keskin M 2012. Polygonaceae. (Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler, İstanbul: Güner A. Aslan S. Ekim T. Vural M. Babaç MT) 757–764.
- Kirpluk I, Bomanowska A, Otreba A 2019. The spread of *Reynoutria* species (Polygonaceae) in Kampinos National Park and its vicinity (Central Poland).

- Chornomors'k. Bot. Z., 15 (1): 17–25.
- Klein H 2011. Japanese knotweed, [https://accs.uaa.alaska.edu/wp-content/uploads/Fallopia\\_japonica\\_BIO\\_FAJA2.pdf](https://accs.uaa.alaska.edu/wp-content/uploads/Fallopia_japonica_BIO_FAJA2.pdf) (Accessed: 6 December 2019).
- Lee CE 2002. Evolutionary Genetics of Invasive Species. *Trends in Ecology and Evolution*, 17: 386–391.
- Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. A selection from the Global Invasive Species Database. Invasive Species Specialist Group (ISSG).
- Mack RN, Simberloff WM, Lonsdale H, Evans MC, Bazzaz FA 2000. Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences, and Control. *Ecological Applications*, 10 (3): 689–710.
- Mandák B, Pyšek P, Katerina B 2004. History of the Invasion and Distribution of *Reynoutria* Taxa in the Czech Republic: A Hybrid Spreading Faster Than its Parents. *Preslia*, 76: 15-64.
- Mirek Z, Piękoś-Mirkowa H, Zając A, Zając M 2002. Flowering Plants and Pteridophytes of Poland. A Checklist, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- Nentwig W, Bacher S, Kumschick S, Pyšek P, Vilà M 2017. More than “100 worst” alien species in Europe. *Biological Invasions*, 20(6): 1611-1621.
- Pyšek P, Brock JH, Bímová K, Mandák B, Jarošík V, Koukolíková I, Pergl J, Štěpánek J 2003. Vegetative Regeneration in Invasive *Reynoutria* (*Polygonaceae*) Taxa: The Determinant of Invisibility at the Genotype Level. *American Journal of Botany*, 90: 1487–1495.
- Pyšek P, Prach K 1993. Plant Invasion and the Role of Riparian Habitats: A Comparison of Four Species Alien to Central Europe. *Journal of Biogeography*, 20: 413-420.
- Pyšek P, Richardson DM 2000. The Biogeography of Naturalization in Alien Plants. *Journal of Biogeography*, 33: 2040–2050.
- Rejmánek M 1995. What Makes a Species Invasive? (Plant Invasions: General Aspects and Special Problems, SPB Academic Publishing, Amsterdam: Eds. P. Pyšek, K. Prach, M. Rejmánek, M. Wade) 3-13.
- Richardson DM, Pyšek P, Rejmanek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ 2000. Naturalization and Invasion of Alien Plants: Concepts and Definitions. *Diversity and Distributions*, 6: 93-107.
- Tokarska-Guzik B 2003. The Expansion of some Alien Plant Species (Neophytes) in Poland. (Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions, Backhuys Publishers, Leiden: Eds. L. E. Child, J. H. Brock, G. Brundu, K. Prach, P. Pyšek, P. M. Wade, M. Williamson) 147-167.
- Tokarska-Guzik B 2005. The Establishment and Spread of Alien Plant Species (kenophytes) in the flora of Poland, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- TPL 2019. The Plant List <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2428745> (Accessed: 6 December 2019).
- Tropicos 2019. <http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx> (Accessed: 12 June 2019).
- Vichotová N, Šerá B 2008. Allopathic Properties of Knotweed Rhizome Extracts. *Plant Soil and Environment*, 54: 301–303.

## Van İlinin Çaldıran İlçesinde Yetişen Bazı Tıbbi Bitkilerin Toplam Fenolik ve Flavonoid Madde Miktarlarının Belirlenmesi

Deniz İRTEM KARTAL<sup>1\*</sup>, Neşe ERAY<sup>2</sup>, Fazlı ÖZTÜRK<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Van, <sup>3</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Van

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9669-5828>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-6387-1493>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-1728-7944>

✉: denizirtem@yyu.edu.tr

### ÖZET

Çalışmanın amacı, Çaldıran/Van'da yetişen ve halk arasında sıkça tüketilen bazı tıbbi bitkilerin, toplam fenolik (TFM) ve flavonoid (TF) miktarlarının belirlenmesi ve farklı organlardan elde edilen su ekstraktlarındaki olası farkların ortaya konmasıdır. *Alcea pallida* (Hiro) (Willd.) Waldst. & Kit., *Rumex scutatus* L. (Evelik), *Mentha longifolia* (L.) L. (Dağ Reyhanı), *Erigeron acris* L., *Achillea vermicularis* Trin. (Civan Perçemi) bitkileri Van/Çaldıran'dan toplanmıştır. Ekstrelerin TFM ve TF içerikleri spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. En yüksek TFM ve TF madde *E. acris* bitkisinin tohum ekstrelerinden elde edilmiştir. Aynı bitkinin gövde ekstresi ve *M. longifolia* tohum ve gövde ekstraktları da yüksek fenolik ve flavonoid madde taşıyan bitki kısımları olmuştur. Sonuçta, kullanılan beş farklı bitkiden alınan çiçek, gövde ve tohum ekstraktlarının hepsinde çiçek ve/veya tohum ekstraktlarının gövde ekstraktlarına göre daha verimli olduğu ortaya konmuştur. *E. acris* ve *M. longifolia* bitkilerinden elde edilen sonuçlar, bu bitkilerin tıbbi amaçlara uygun olarak kullanılabilmesini, hem tohum hem gövde kısımlarının yoğun fenolik ve flavonoid içerdiğini göstermiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 30.10.2019

Kabul Tarihi : 06.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

*Erigeron acris*

Fenolik madde

Flavonoid

*Mentha longifolia*

Tıbbi bitki

## Determination of Total Phenolic and Flavonoid Contents of Some Medicinal Plants Growing in Çaldıran Province of Van

### ABSTRACT

The aim of the study was to determine the total phenolic (TPC) and flavonoid (TF) contents of some medicinal plants grown in Çaldıran/Van that are frequently consumed by people and to reveal possible differences in the water extracts obtained from different organs. *Alcea pallida* (Willd.) Waldst. & Kit., *Rumex scutatus* L., *Mentha longifolia* (L.) L., *Erigeron acris* L., *Achillea vermicularis* Trin. were collected from Çaldıran/Van. TPC and TF contents of the extracts were measured spectrophotometrically. The highest TPC and TF were obtained from the seed extract of *E. acris*. Stem extracts of the same plant and the stem and seed extracts of *M. longifolia* were also the samples carrying high phenolic and flavonoids. As a result, it was shown that the flower and seed extracts of five different plants were more efficient than the stem extracts. Biochemical profiles of *E. acris* and *M. longifolia* showed that these plants can be used for medicinal purposes and both seed and stem parts contain notably high levels of phenolic and flavonoids.

### Research Article

#### Article History

Received : 30.10.2019

Accepted : 06.02.2020

#### Keywords

*Erigeron acris*

Phenolics

Flavonoids

*Mentha longifolia*

Medicinal plant

**To Cite :** Kartal Dİ, Eray N, Öztürk F 2020. Van İlinin Çaldıran İlçesinde Yetişen Bazı Tıbbi Bitkilerin Toplam Fenolik ve Flavonoid Madde Miktarlarının Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (3): 611-616. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.637632.

### GİRİŞ

Bitkiler binlerce yıldır olduğu gibi günümüzde de geleneksel tıbbın temelini oluşturmakta ve insanlığa

her geçen gün yeni çareler sunmaya devam etmektedirler. Doğrudan bitkinin çeşitli kısımlarının veya onlardan elde edilen etken maddelerin hastalıkların tedavisinde kullanılması literatüre tıbbi

bitki terimini kazandırmıştır. Tıbbi bitkiler, yeni ilaçların gelişmesine olanak sağlayacak terapötik fitokimyasal kaynağı olmalarından dolayı büyük bir öneme sahiptirler.

Fitokimyasallar beş sınıfa ayrılabilir, polifenoller en çok çalışılanlardır ve karotenoidler, alkaloidler, azot içeren bileşikler ve kükürt içeren bileşiklerden daha güçlü antioksidanlar olarak kabul edilirler (Mandlekar ve ark., 2006). Polifenoller, bir veya daha fazla aromatik halka içeren ve onlara bağlı bir veya daha fazla hidroksil grubu olan en az 10.000 farklı bileşikten oluşan büyük bir grubu temsil eder (Li ve ark., 2014). En sık bulunan diyet polifenollerini flavonoidler ve fenolik asitlerdir (Araújo ve ark., 2011). Fenolikler, antioksidan, antimitojenik, antikarsinojenik ve gen ekspresyon modülatörü olarak birçok farklı biyokimyasal aktiviteye sahiptirler (Nakamura ve ark., 2003). Aynı zamanda bu bileşiklerin antibiyotik, antialerjenik, antiinflamatuvar aktivite sergilediği, bazı kanser hücre hatlarında antiproliferatif etki gösterdiği bildirilmiştir (Tungmunnithum ve ark., 2018). Çok sayıda epidemiyolojik çalışma diyetle flavonoid alımının kardiovasküler ve kanserojenik hastalık riskini azalttığını ortaya koymuştur (Yang ve ark., 2019).

Fenolikler ve flavonoidler gibi, bitki kaynaklarından elde edilen fitokimyasalların çoğunun kanser önleme üzerinde olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir (Kumar ve Goel, 2019; Sankaranarayanan ve ark., 2019). Tıbbi bitkilerdeki yüksek fenolik ve flavonoid içeriği onların antioksidan aktiviteleri ile ilişkilidir ve bu maddeler özellikle oksidatif stresin neden olduğu yaşla ilişkili hastalıkların önlenmesinde rol alırlar (Singh, 2015). Avrupa Birliği ve bazı ülkelerde yaklaşık 100 milyon insan hala geleneksel, tamamlayıcı bitkisel ürünler kullanmakta, tıbbi bitki pazarı sürekli büyümekte ve bitki kaynaklı ürün pazarının 2020'ye kadar 115 US\$ milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Jamshidi-Kia ve ark., 2018). Bu pazara olan talep ağırlıklı olarak kadınlardan gelmekte ve sentetik ürünlerin yan etkilerinden doğan endişe ile yönlendirilmektedir. Bu nedenle, tıbbi bitkiler alanında araştırmanın önemi her zamankinden daha fazla hissedilir (Jamshidi-Kia ve ark., 2018).

Günümüzde sentetik ürünler insanoğlunu kuşatmış durumdadır. Sentetik maddelerin yan etkilerinin bulunması, bozunma parçalanma sürelerinin uzun olması, bozunma ürünlerinin zehirli olması gibi nedenlerle doğal bitkisel ürünlere talep artmaktadır (Babaoğlu ve ark., 2001; Jamshidi-Kia ve ark., 2018). Çin, Hindistan, Japonya, Pakistan ve Tayland gibi ülkelerde tıbbi bitkiler oldukça yaygındır ve nüfusun büyük bir bölümünün temel sağlık hizmetleri ihtiyaçlarını karşılamak için geleneksel pratisyen hekimlerden ve tıbbi bitkilerden faydalandığını göstermektedir. Her ne kadar bu ülkelerde modern tıp mevcut olsa da, bitkisel ilaçlar tarihi ve kültürel

nedenlerle popülerliğini korumuştur (Singh, 2015).

Fenolik bileşiklerin güçlü biyolojik aktivitelerini gösteren çok sayıda kanıt temel alınarak çalışmada, Çaldıran/Van'da yetişen ve halk arasında sıkça tüketilen bazı tıbbi bitkilerin toplam fenolik ve flavonoid miktarlarının belirlenmesi ve farklı organlardan elde edilen su ekstraktlarındaki olası biyokimyasal farkların ortaya konması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma materyalleri olan *Alcea pallida*, *Rumex scutatus*, *Mentha longifolia*, *Erigeron acris* ve *Achillea vermicularis* bitkileri Van'ın Çaldıran ilçesinden toplanmıştır. Toplanan örneklerin anatomik olarak teşhisi Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Biyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Dr. Fazlı Öztürk tarafından yapılmıştır.

### Ekstraksiyon

Teşhis sonrası örneklerin farklı organları ayrılmış, kurutma kağıdının arasında direk güneş ışığına maruz kalmayacak şekilde kurutulmuştur. Çizelge 1.'de gösterilen bitki kısımları öğütme makinası ile toz haline getirilmiştir. Arazi çalışmalarının yapıldığı dönemlerde, ekstre elde edebilecek miktarda toplanabilen organların analizi yapıldığı için bazı bitkilerde tohum, bazılarında ise çiçek kullanılmıştır. Toz haline getirilen örnekler, ağırlıklarının 40-50 katı kadar su ilave edilmiş ve 60°C'de bir gece manyetik karıştırıcıda inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonrası ekstraktlar vakum ile süzülmüş ve -80°C de bir gece bekletildikten sonra liyofilizatör ile suyu uzaklaştırılmıştır. Hazırlanan su ekstraktları total fenol ve flavonoid analizinde kullanılmıştır.

Çizelge 1. Bitkilerin analizde kullanılan kısımları  
*Table 1. The parts used in the analysis of the plants*

|                              |                        |                       |
|------------------------------|------------------------|-----------------------|
| <i>Alcea pallida</i>         | Çiçek<br><i>Flower</i> | Gövde<br><i>Shoot</i> |
| <i>Rumex scutatus</i>        | Çiçek<br><i>Flower</i> | Gövde<br><i>Shoot</i> |
| <i>Mentha longifolia</i>     | Tohum<br><i>Seed</i>   | Gövde<br><i>Shoot</i> |
| <i>Erigeron acris</i>        | Tohum<br><i>Seed</i>   | Gövde<br><i>Shoot</i> |
| <i>Achillea vermicularis</i> | Çiçek<br><i>Flower</i> | Gövde<br><i>Shoot</i> |

### Toplam Fenolik ve Flavonoid Madde İçeriğinin Belirlenmesi

Ekstrelerde bulunan toplam fenolik madde (TFM) içeriği Singleton ve Rossi (1965)'nin uyguladığı yöntemin 96 kuyucuklu spektrofotometreye uyarlanmış şekline göre belirlenmiştir. Standart olarak Gallik Asit (10, 50, 100, 150 ve 200 µg/mL) kullanılmıştır. Bu yöntemde ekstre ve standartlardan 20 µL mikro plaka kuyucuklarına koyulmuş,

üzerlerine 100 µL Folin reaktifi (1:4) eklenmiş ve pipetajlama ile karıştırılmıştır. Ardından üzerlerine 80 µL %10'luk sodyum karbonat eklenmiş ve oda sıcaklığında 30 dk inkübasyon sonrası 750 nm'de örnek yerine 20 µL etanol içeren köre karşı absorbans okunmuştur. Gallik asit ile oluşturulmuş standart kalibrasyon eğrisi kullanılarak her 1 mg ekstre içinde bulunan toplam fenolik içerik miktarları hesaplanmıştır.

Toplam flavonoid (TF) miktarları, Zhishen ve arkadaşlarının (1999) modifiye edilmiş yöntemine göre belirlenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda Kuersetin ve Kateşin (10, 50, 100, 150 ve 200 µg/mL) %99.5 etanol ile çözülmüş ve standart olarak kullanılmıştır. Toplam flavonoid miktarı, Kuersetin'in standart olarak kullanıldığı deneylerde TFQ, Kateşin'in standart olarak kullanıldığı deneylerde TFC ile, kimyasal maddelerin İngilizce dilindeki baş harfleri kullanılarak ifade edilmiştir. Liyofilize ekstre 0.25, 0.5 ve 1 mg/mL konsantrasyonlarda olacak şekilde dH<sub>2</sub>O (deiyonize su) ile çözülmüştür. Yönteme göre, 80 µL dH<sub>2</sub>O içeren mikropilaya kuyucuklarına, 20 µL standart ve örnek eklenmiş, ardından %5'lik NaNO<sub>2</sub>'den 6 µL kuyucuklara eklenmiştir. 5 dk sonra 6 µL 10 % alüminyum klorür (AlCl<sub>3</sub>) kuyucuklara eklenmiş ve 6 dk sonra 1 M NaOH'ten 40 µL ilave edilmiştir. Toplam hacim dH<sub>2</sub>O ile 200 µL'ye tamamlanmıştır. 415 ve 510 nm'de abs değerleri elde edilmiş ve toplam flavonoid içeriği 1 mg ekstre içerisindeki flavonoid miktarı olarak, kuersetin ve kateşin eşdeğeri şeklinde hesaplanmıştır.

### İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler Graphpad Prism 6 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm sonuçlar standart sapmaları (SD) ile ortalama olarak ifade edilmiştir. Analizlerde çoklu karşılaştırmalar grafik oluşturmak için yapılmış ve One-way ANOVA kullanılmıştır. Bitkilerin kendi içlerinde ikili karşılaştırmaları için ise t-test kullanılarak, \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001, \*\*\*\*p<0.0001 değerleri ile analiz edilmiştir. \*p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

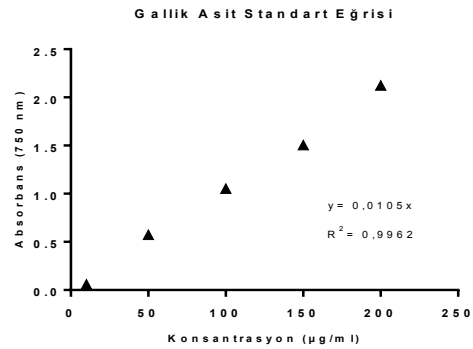
### BULGULAR ve TARTIŞMA

Bitki ekstrelerinin farklı biyolojik etkileri, zengin fitokimyasal içeriklerinden ileri gelmektedir (Hosseinzadeh ve ark., 2015). Fitokimyasal olarak zengin içeriğe sahip bitkilerin sadece insan sağlığı değil, aynı zamanda içecek, kozmetik, ilaç, gıda sektörlerinde sahip oldukları önem her geçen gün yapılan çalışmalarla ortaya konmaktadır (Rababah ve ark., 2011). Bu nedenle biyolojik aktivite potansiyeli ile bitki ekstrelerinin fitokimyasal bileşimi arasındaki ilişkinin ortaya konması önemlidir.

Çalışma materyallerinin seçimi, arazi çalışmaları sırasında halk ile yapılan etnobotanik görüşmeler neticesinde gerçekleşmiştir. Halkın yörede sıklıkla

kullandığı bitkiler önerilmiştir. Fenolik bileşik ve flavonoidler bitki sekonder ürünleridir. Bu ürünlerin bitkilerde üretildikleri ve depolandıkları organlar farklılaşmaktadır. Bitkilerin bulunduğu ortamdaki çevresel koşullar onların fitokimyasal içeriklerini etkilemektedir. Yang ve ark., 2018 yılında yaptıkları çalışmada, önemli bitki sekonder metabolitlerinin (fenolikler, flavonoidler, terpenoidler ve çeşitli biyokimyasal işlemlerden üretilen alkaloidler) ışık, sıcaklık, toprak suyu, toprak verimliliği ve tuzluluk, vb gibi faktörlerden nasıl etkilendiklerini ortaya koymuşlardır. Bu bilgiler ışığında analizde farklı bitki organları tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan bitki organları seçilirken ekstre elde edilebilecek kadar numune toplanabilecek organlar seçilmiştir.

Mevcut çalışmada, total fenolik madde analizi için kullanılan Folin-ciocalteu yönteminde kullanılan gallik asit standart grafiği Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. TFM analizinde kullanılan gallik asit standart grafiği

Figure 1. Gallic acid standard graph used in TFC analysis

Sonuçlara göre, en yüksek fenolik içerik *E. acris* bitkisinin tohum ekstresinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Aynı bitkinin gövde ekstresi de fenolik madde açısından zengindir. *E. acris* halk arasında diş ve eklem ağrılarında kullanılan Asteraceae familyasından bir bitkidir. Bitkinin flavonoidaglikon, luteolin 7-O-glikosidaz, skutelarin, erigerosit içerdiği bildirilmiştir (Yatsyuk ve Regal, 1982). Bu bileşiklerin polifenol olarak antioksidan aktiviteleri dikkate alındığında, *E. acris* oksidatif stresin neden olduğu hastalıkları tedavi etme anlamında umut vadetmektedir. *M. longifolia* bütün kıtalarda yayılış gösteren, başlıca içeriği Mentol uçucu yağı olan Lamiacea familyasından bir bitkidir (Gulluce ve ark., 2007). *M. longifolia* bitkisinin hem gövde hem tohum ekstresinde yüksek fenolik bileşik tespit edilmiştir. Halk arasında antiseptik ve gaz giderisi olarak yahut boğaz ağrıları ve ağız yaralarında kullanılan bu bitkinin (Al-Rawi ve ark., 1988) uçucu yağdan başka fenolik içeriğinin de yüksek olduğu, farmasötik

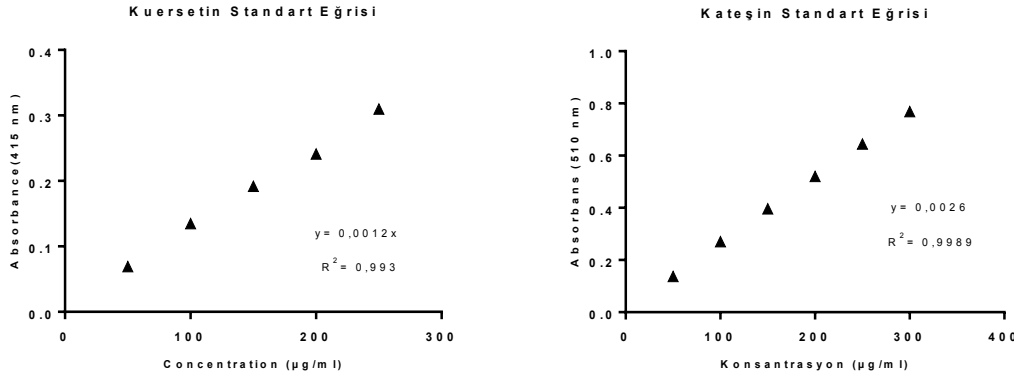
etkilerinin olabileceği mevcut çalışmayla ortaya konmuştur. *A. pallida* bitkisinin gövde ekstresi fenolik içerik bakımından oldukça verimsiz bulunmuştur. *E. aceris*'in tohum ekstresi, *A. pallida* gövde ekstresine göre 4 kat daha fazla fenolik içermektedir. Aynı bitkinin çiçek ekstresinin gövdeye göre yaklaşık 3 kat daha fazla fenolik bileşik içermesi bitkilerde sekonder metabolitlerin farklı organlarda depolanma durumu (Babaoğlu ve ark., 2001) ile açıklanabilir.

Çalışmada toplam flavonoid analizi için kullanılan

Kuersetin ve Kateşin standart grafikleri Şekil 2.'de gösterilmiştir.

Kuersetin standart olarak kullanıldığında en yüksek toplam flavonoid miktarı *E. aceris* bitkisinin tohum ekstresinden elde edilmiştir (Çizelge 2).

Marquele ve ark., (2005) *E. aceris* bitkisinin yüksek antioksidan etki sergilediğini ve bunun sebebinin içerdiği polifenoller ve flavonoidler olduğunu bildirmiştir. Çalışmada ortaya konan flavonoid profili bitkiyi tıbbi anlamda önemli kılmaktadır.



Şekil 2. TF analizinde kullanılan kuersetin ve kateşin standart grafiği  
Figure 2. Standard graph of quercetin and catechin used in TF analysis

Çizelge 2. Bitki ekstrelerinin toplam fenolik madde (TFM) ve toplam flavonoid (TF) içerikleri  
Table 2. Total phenolic content (TPC) and total flavonoid (TF) of the plant extracts

| Farklı Bitki Ekstreleri        | TFM (µg GAE/mg)    | TFQ±SD (µg QE/mg) | TFC±SD (µg CE/mg)  |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Different Plant Extracts       | TPC (µg GAE/mg)    | TFQ±SD (µg QE/mg) | TFC±SD (µg CE/mg)  |
| <i>A. pallida</i> (çiçek)      | 227.4 ± 1.475      | 556.9 ± 2.406     | 136.5 ± 0.8781     |
| <i>A. pallida</i> (gövde)      | 93.71 ± 1.753****  | 228.5 ± 3.825**** | 45.67 ± 1.152****  |
| <i>R. scutatus</i> (çiçek)     | 182.7 ± 0.504      | 553.1 ± 4.024     | 119.9 ± 1.457      |
| <i>R. scutatus</i> (gövde)     | 75.86 ± 0.4286**** | 361.5 ± 3.691**** | 36.47 ± 0.8399**** |
| <i>M. longifolia</i> (tohum)   | 350.7 ± 0.944      | 1150 ± 4.619      | 263.8 ± 3.027      |
| <i>M. longifolia</i> (gövde)   | 330.8 ± 3.997**    | 1074 ± 4.219****  | 231.6 ± 2.91***    |
| <i>E. aceris</i> (tohum)       | 385.3 ± 4.968****  | 1453 ± 2.778      | 221.8 ± 1.733      |
| <i>E. aceris</i> (gövde)       | 287.3 ± 5.229      | 938.2 ± 4.589**** | 170.7 ± 0.9741**** |
| <i>A. vermicularis</i> (çiçek) | 157.4 ± 2.303***   | 511.5 ± 2.294     | 79.94 ± 0.6894     |
| <i>A. vermicularis</i> (gövde) | 127.4 ± 2.762      | 359.4 ± 15.52**** | 37.95 ± 2.019****  |

\*TFQ (kuersetin eşdeğeri toplam flavonoid), TFC (kateşin eşdeğeri toplam flavonoid) Sonuçlar dört farklı deneyden elde edilen üçlü ölçümlerin ortalamasıdır (n = 4). Karşılaştırmalar aynı bitkinin farklı organları arasında yapılmıştır. \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001, \*\*\*\*p<0.0001

*M. longifolia* yüksek flavonoid içeriği ile dikkat çekmektedir (Çizelge 2). Bitkinin insan üriner, intestinal ve solunum sistemi üzerinde hastalık yapıcı bakterilere karşı antibakteriyal etki gösterdiği, bu etkinin içerdiği flavonoidlerden ileri geldiği, özellikle barındırdığı kuersetin-3-O-glikosidin yüksek antibakteriyal etkiye sahip olduğu daha önce rapor edilmiştir (Akroum ve ark., 2009). Çalışmada elde edilen sonuçlar (Şekil 3.) *M. longifolia*'nın yüksek miktarda flavonoid barındırdığını ortaya koymaktadır. *A. pallida*, *R. scutatus*, *A. vermicularis* bitkilerinin gövde ekstreleri diğer örneklerle kıyaslandığında

toplam flavonoid açısından fakir kalmıştır. Gövde ekstrelerinin çiçeğe göre bu denli düşük fenolik ve flavonoid içermesi, bitkinin tüketmek için seçilecek organının farmasötik etkiyi görmede önemini ortaya koymaktadır.

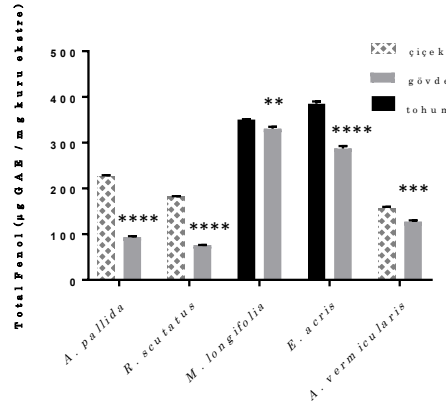
## SONUÇ

Bitkilerin içerdiği fenolik asitler ve flavonoidler insan sağlığını etkileyen önemli aktif bileşenlerdir. Bu bileşiklerin bitkilerde üretildikleri ve depolandıkları organlar farklılaşabilmektedir. Bu nedenle halkın bu bitkileri tüketirken hangi organları tercih etmelerinin

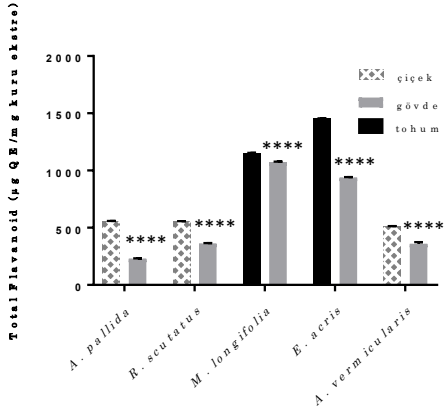
daha yararlı olacağı mevcut çalışmayla ortaya konmuştur. Yapılan üç analizde de en yüksek değerler *E. acris* ve *M. longifolia*'dan elde edilmiştir. *A. pallida*, *R. scutatus*, *A. vermicularis* bitkilerinin gövde ekstreleri hem toplam fenolik hem flavonoid açısından *E. acris* ve *M. longifolia* bitkilerine göre oldukça verimsiz olmuştur. Sonuç olarak; *E. acris* ve *M. longifolia* bitkilerinin hem tohum hem gövde ekstrelerinin fitokimyasal profili bu bitkilerin

alternatif tıp uygulamalarında değerlendirilebileceğini göstermiştir. Yapılan analizler bitkilerin genel içeriklerini tespit amacıyla yapılan bir ön çalışma niteliğindedir. Farklı bitki kısımlarından elde edilen yüksek sonuçlara göre çalışmanın eksik yanını oluşturan sadece spektrofotometrik analizler yapılması da göz önüne alınarak HPLC ve/veya LC/MS/MS ile etken maddelerin tespitine gidilmesi planlanmaktadır.

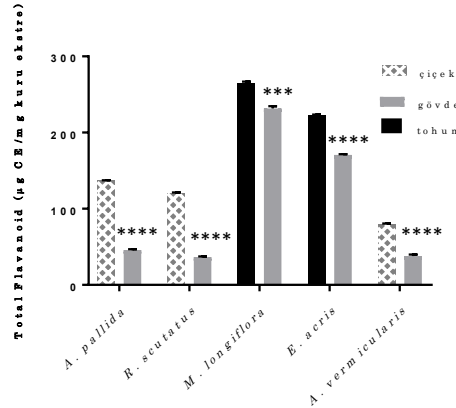
Farklı Bitki Kısımlarının Toplam Fenolik Madde Miktarları



Farklı Bitki Kısımlarının Toplam Flavonoid Miktarları



Farklı Bitki Kısımlarının Toplam Flavonoid Miktarları



Şekil 3. Farklı organların fitokimyasal analiz grafikleri. Karşılaştırmalar aynı bitkinin farklı organları arasında yapılmıştır. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ , \*\*\*\* $p < 0.0001$

Figure 3. Phytochemical analysis graphs of the different organs. The comparisons were made between different organs of the same plant. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ , \*\*\*\* $p < 0.0001$

## TEŞEKKÜR

Çalışmada kullanılan bitkilerin toplanmasında ve ekstre elde edilmesi çalışmalarında yardımlarından dolayı Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü 2018 mezunlarından İbrahim Çınardağ, Mazlum Taş, Rengin Özışık, Ceylan Eliş, Bahar Pelda Karadamar ve Elif Sena Şahin'e 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.

## KAYNAKÇA

- Akroum S, Bendjeddou D, Satta D, Lalauoi K 2009. Antibacterial Activity and Acute Toxicity Effect of Flavonoids Extracte from Menthalongifolia. Am. Eurasian J. Sci. Res., 4: 93–96.
- Al-Rawi A, Chakravarty HL 1988. Medicinal Plants of Iraq. Ministry of Agriculture and Irrigation, State



- Board for Agricultural and Water Resources Research, National Herbarium of Iraq, Baghdad.
- Araújo JR, Gonçalves P, Martel F 2011. Chemopreventive Effect of Dietary Polyphenols in Colorectal Cancer Cell Lines. *Nutr. Res.*, 31: 77–87.
- Babaoğlu M, Ekrem G, Sebahattin Ö 2001. Bitki Biyoteknolojisi I: Doku Kültürü ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Yayınları, Konya, 374s.
- Gulluce M, Sahin F, Sokmen M, Ozer H, Daferera D, Sokmen A, Polissiou M, Adiguzel A, Ozkan H 2007. Antimicrobial and Antioxidant Properties of The Essential Oils and Methanol Extract from *Mentha longifolia* L. sp. *longifolia*. *Food Chem*, 103: 1449–1456.
- Hosseinzadeh S, Jafarikukhdan A, Hosseini A, Armand R 2015. The Application of Medicinal Plants in Traditional and Modern Medicine: A Review of *Thymus vulgaris*. *Int. J. Clin. Med*, 6: 635–642.
- Jamshidi-Kia F, Lorigooini Z, and Amini-Khoei H 2018. Medicinal plants: past history and future perspective. *Journal of herbmed pharmacology*, 7(1):1-7.
- Kumar N, Goel N 2019. Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnol. Rep.*, 24: 1-10.
- Li AN, Li S, Zhang YJ, Xu XR, Chen YM, Li HB 2014. Resources and Biological Activities of Natural Polyphenols. *Nutrients*, 6: 6020–6047.
- Mandlekar S, Hong JL, Kong AN 2006. Modulation of Metabolic Enzymes by Dietary Phytochemicals: A Review of Mechanisms Underlying Beneficial Versus Unfavorable Effects. *Curr Drug Metab*, 7(6): 661-675.
- Marquele FD, Di Mambro VM, Georgetti SR, Casagrande R, Valim YM, Fonseca MJ 2005. Assessment of the Antioxidant Activities of Brazilian Extracts of Propolis Alone and in Topical Pharmaceutical Formulations. *J Pharm Biomed Anal*, 39: 455-462.
- Nakamura Y, Watanabe S, Miyake N, Kohno H, Osawa T 2003. Dihydrochalcones: Evaluation as Novel Radical Scavenging Antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 3309–3312.
- Rababah TM, Ereifej KI, Esoh RB, Al-u'datt MH, Alrababah MA, Yang W 2011. Antioxidant Activities, Total Phenolics and HPLC Analyses of The Phenolic Compounds of Extracts from Common Mediterranean plants. *Nat. Prod. Res.* 25: 596–605.
- Sankaranarayanan R, Valiveti CK, Kumar DR, Slambrouck S, Kesharwani SS, Seefeldt T, Scaria J, Tummala H, Bhat GJ 2019. The Flavonoid Metabolite 2,4,6-Trihydroxybenzoic Acid Is a Cdk Inhibitor and an Anti-Proliferative Agent: A Potential Role in Cancer Prevention. *Cancers*, 11(3): 427.
- Singh R 2015. Medicinal plants: A review. *J Plant Sci.*, 3(1-1): 50-55.
- Singleton VL, Rossi, JA 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdicphosphotungstic Acid Reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144-158.
- Tungmunnithum D, Thongboonyou A, Pholboon A, Yangsabai A 2018. Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: An overview. *Medicine*, 5(3): 93.
- Yatsyuk YK, Regal GM 1982. Patent no. SU 914061. Otkrytiya, Izobret., Prom. Obraztsy, Tovarnye Znaki 11: 19. 1982:428588 CAPLUS
- Yang L, Wen, K S, Ruan X, Zhao Y X., Wei F. Wang, Q 2018. Response of Plant Secondary Metabolites to Environmental Factors. *Molecules*, 23(4): 762.
- Yang H, Tian T, Wu D, Guo D. 2019. Prevention and treatment effects of edible berries for three deadly diseases: Cardiovascular disease, cancer and diabetes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(12): 1903-1912.
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W 1999. The Determination of Flavonoid Contents in Mulberry and Their Scavenging Effects on Superoxide Radicals. *Food chemistry*, 64(4): 555-559.



## Fatty Acid Composition, Vitamin A, and Vitamin E Content of *Sphaerophysa kotschyana*

Abdussamat GÜZEL<sup>1\*</sup>, Mahfuz ELMASTAŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Science and Arts Faculty, Gaziosmanpaşa University, 60250, Tokat, <sup>2</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Pharmacy, University of Health Sciences, 34668, Istanbul, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7810-4510>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-7149-7427>

✉: a.sametguzel@gmail.com

### ABSTRACT

*Sphaerophysa kotschyana*, which is endemic to Central Anatolia, is included in the list of plants that must be absolute protected by the Bern Convention. *S. kotschyana* is important in terms of functional compounds because of being resistant to salty soil conditions. In this study, fatty acid components, vitamin A and vitamin E content were analysed in leaf and fruit of *S. kotschyana*. Vitamin A content was found to be 16.8 mg/kg DW herba and 15.85 mg/kg DW fruit. Vitamin E content in the herba was observed to be 84.1 mg/kg DW and in the fruit 70.6 mg/kg DW. The main component fatty acids were determined as linoleic acid (72.41%) and palmitic acid (18.20%) in fruit and; oleic acid (59.12%) and stearic acid (13.42%) in the herba.

### Research Article

#### Article History

Received : 31.10.2019  
Accepted : 26.12.2019

#### Keywords

*Sphaerophysa kotschyana*  
Vitamin A  
Vitamin E  
Fatty acids

## *Sphaerophysa kotschyana* Bitkisinin Yağ Asidi Kompozisyonu, A Vitamini ve E Vitamini İçeriği

### ÖZET

İç Anadolu'ya özgü olan *Sphaerophysa kotschyana*, Bern Sözleşmesi ile mutlak korunması gereken bitkiler listesine dahil edilmiştir. *S. kotschyana* tuzlu toprak şartlarına dayanıklı olmasından dolayı fonksiyonel bileşikler açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmada, *S. kotschyana* bitkisinden elde edilen ekstraktlardan yağ asidi bileşenleri, A vitamini ve E vitamini içeriği değerlendirildi. A vitamini içeriği yaprak-gövde de 16.8 mg / kg kuru bitki ve meyvede 15.85 mg / kg kuru bitki olarak bulunmuştur. Yaprak-gövdede ki E vitamini içeriğinin 84.1 mg / kg kuru bitki ve meyvede 70.6 mg / kg kuru bitki olduğu gözlemlendi. Ana bileşen yağ asitleri meyvede linoleik asit (% 72.41) ve palmitik asit (% 18.20); yaprak-gövdede ise oleik asit (% 59.12) ve stearik asit (% 13.42) olarak belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 31.10.2019  
Kabul Tarihi : 26.12.2019

#### Anahtar Kelimeler

*Sphaerophysa kotschyana*  
Vitamin A  
Vitamin E  
Yağ asitleri

**To Cite** : Güzel A, Elmastaş M 2020. Fatty Acid Composition, Vitamin A, and Vitamin E Content of *Sphaerophysa kotschyana*. KSU J. Agric Nat 23 (3): 617-620. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.640328.

### INTRODUCTION

The genus *Sphaerophysa* DC. from Fabaceae represents two species in the world. These are *Sphaerophysa kotschyana* Boiss. and *Sphaerophysa salsula* DC. (Polhill, 1981) *S. kotschyana* is endemic to Central Anatolia, while *S. salsula* grows in China, Russia, Azerbaijan, Iran and Syria. *S. kotschyana* species is included in the list of plants in the absolute protection of the Bern Convention (Trouwborst, 2014. Hamza and Aksoy, 2009; Yildiztugay et al., 2013). *S. salsula*, which is used in herbal medicine in Chinese traditional medicine, is used in the treatment of some diseases such as nephritis, hypertension, chronic hepatitis and angioneurotic oedema (Lin et al., 2009; Ma et al., 2004). However, ethnobotanical use of *Sphaerophysa kotschyana* species has not been reported in the literature and there is no public use. These plants are endemic to Central Anatolia, Turkey.

In this context, chemical content analysis of this plant is important.

In a properly functioning metabolism, the mitochondrial cytochrome system protects the organelles in the cytosol from the harmful effects of oxidants. In cases where this system is inadequate, natural enzymes are activated. Oxidants, which cannot be neutralized by enzymes, initiate lipid peroxidation by affecting lipids in the first cell membrane. Lipid peroxidation is the metabolize of the polyunsaturated fatty acids (PUFA) found in membranes by the free oxygen radicals to various products such as peroxides, alcohols and aldehydes. The resulting bioactive aldehydes cause cell damage (Benzer and Temizer, 2003; Gökpınar et al., 2006). The essential fatty acids are not synthesised by mammalian cells. These fatty acids are defined as  $\omega 6$  and  $\omega 3$  fatty acids. The  $\omega 6$  and  $\omega 3$  fatty acids that

should be in the human diet are linoleic (18: 2 n 6) and linolenic (18:3 n 3) acids. Prostaglandins, thromboxane and leukotrienes that are involved in the regulation of vital functions are derived from linoleic acid in the cell (Innis, 1991).

$\alpha$ -tocopherol, the most effective form of vitamin E, suppresses fatty acid oxidation by donating the hydrogen atom in the phenolic hydroxyl group to the lipid-derived peroxy group. This effect is achieved by protecting the unsaturated fatty acids of membrane lipids from the peroxy group and preventing lipid peroxidation. Consequently,  $\alpha$ -tocopherol reacts with the lipid peroxy group to form the  $\alpha$ -tocopherol group.

The high resistance of this group results in the chain reaction stopping the oxygen. The alpha-tocopheroxyl group is then reacted with glucuronic acid and excreted with bile (Burton, 1990; Yarsan, 2014).

Carotenoids, the precursor of vitamin A, antioxidant activities by participating in free radical reactions reduce the rate of formation of harmful hydrogen peroxides. Therefore, they show anticarcinogenic properties (Van et al., 2000; Di Mascio et al., 1991).

According to our literature research, we did not find any studies on fatty acid composition and fat soluble vitamins of *S. kotschyana* plant. Therefore, in this work, we aim to study the fatty acid components and vitamin A-vitamin E content. The subject of this study will be the first record on this plant and new information will be provided to the literature.

## MATERIALS and METHODS

### Plant Material

The plant materials were collected in Konya region during the fruit period in July 2012. *S. kotschyana* was collected C4 Konya, Cihanbeyli, Yavşan Tuzlası, 4290336N, 36511649E, July 2012, 950 m, identified by Prof. Dr. Murad Aydın Şanda. (Collect Number: Şanda 2350).

### Extraction for fatty acid, vitamin A and vitamin E

Dried and powdered herba and fruit were taken one gram measured into 5 g capped glass tubes then extracted with 10 mL hexane-methylene chloride mixture (6:4). It was vortexed and left in the ultrasonic bath for 2 hours and then the solvent was evaporated. After removal of solvent, approximately 500 mg of oil was obtained. This extracted oil was used for the analysis of both fatty acids and vitamins.

### Experimental procedures for vitamin analysis

Vitamin A and Vitamin E were analysed by high performance liquid chromatography (HPLC) with direct injection of 20  $\mu$ L of filtrated (0.22  $\mu$ m) ethanol extracted samples. Analysis of Vitamin A and Vitamin E was executed using Shimadzu HPLC, LC 20AT

pump, CTO-20AC Column Oven and SPD-M20A detector. 100% methanol was used as the mobile phase and the flow rate was determined as 1 mL / min and the column temperature was set at 50 °C. Detector wavelength; 295 nm for vitamin E and 450 nm for vitamin A, respectively.

### General experimental procedures

Fatty acid analyses were determined by a gas chromatography equipped with a flame ionization detector (FID) (Perkin-Elmer Clarus 500). The fatty acid methyl esters were obtained by transmethylation. BPX-5 was used as a capillary column (30 m  $\times$  0.25 mm, 0.25  $\mu$ m i.d.). The temperature of injection was steady and FID was performed at 250 °C. Helium was used as the carrier gas at a rate of 1.0 ml/min. The oven temperature was 50 °C at the beginning then was raised to 220 °C with a rate of 8 °C/min. Each peak area was calculated based on the FID data used the authentic standards (Supelco Company, Fatty acid Mix).

## RESULTS and DISCUSSION

Vitamin A and vitamin E content of herba and fruit part of *S. kotschyana* were determined by HPLC. Vitamin A values were found close to each other (Table 1). Vitamin E values were higher in the herba than in the fruit.

Table 1. Amount of vitamin A and E of *S. kotschyana* Çizelge 1. *S. kotschyana*'nın A ve E vitamini miktarı

|                                      | Vitamin A<br>(mg/kg DW) | Vitamin<br>E(mg/kg DW) |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| <b>Herba</b> ( <i>Yaprak-Gövde</i> ) | 16.8                    | 84.1                   |
| <b>Fruit</b> ( <i>Meyve</i> )        | 15.85                   | 70.6                   |

When the fatty acids in the fruit of *S. kotschyana* were examined, the highest percentage of linoleic acid (72.41), palmitic acid (18.20), stearic acid (4.74) and oleic acid (1.39) were observed (Table 2). While the results obtained for herba are examined, it is seen that linoleic acid (59.12%), stearic acid (13.42%), myristic acid (8.35%) and lauric acid (7.32%) were determined. *S. kotschyana* plant compared to some of the fatty acids in olive oil, palmitic and linoleic acid were found to be higher in the fruit of *S. kotschyana*. When the palmitic acid was 18.20% in *S. kotschyana*, in the olive oil was found to be 14.69%. Furthermore linoleic acid was found to be 72.41% in the fruit of *S. kotschyana* plant, while linoleic acid was 12.82% in olive oil.

While the saturated fatty acid in the fruit was 25.08%, the total of unsaturated fatty acids was 74.93% were determined (Table 3). The ratio of unsaturated fatty acids/saturated fatty acids (UFAs / SFAs) ratios was obtained as high as 3 and polyunsaturated fatty acids (PUFA) were calculated as 73.32.

Table 2. Fatty acid composition of *S. kotschyana*  
*Çizelge 2. S. kotschyana'nın yağ asidi bileşenleri*

| Number of Carbon<br><i>Karbon Sayısı</i> | Fatty Acids<br><i>Yağ Asitleri</i> | Amount of Fatty Acids (%) ( <i>Yağ asidi Miktarı(%)</i> ) |                               |
|--|------------------------------------|---|-------------------------------|
|  |                                    | Fruit ( <i>Meyve</i> )                                    | Herba ( <i>Yaprak-Gövde</i> ) |
| C12:0                                    | Lauric Acid                        | 0.18  | 7.32                          |
| C14:0                                    | Myristic Acid                      | 0.75  | 8.35                          |
| C16:0                                    | Palmitic Acid                      | 18.20   | ND                            |
| C16:1                                    | Palmitoleic Acid                   | 0.22  | 0.61                          |
| C17:0                                    | Heptadecanoic Acid                 | 0.25  | 2.73                          |
| C18:0                                    | Stearic acid                       | 4.74  | 13.42                         |
| C18:1n9c                                 | Oleic Acid                         | 1.39  | 1.59                          |
| C18:2n6c                                 | Linoleic Acid                      | 72.41   | 59.12                         |
| C18:3n3                                  | $\alpha$ -Linolenic Acid           | 0.88  | 0.44                          |
| C21:0                                    | Hexanoic Acid                      | 0.38  | 2.29                          |
| C24:0                                    | Lignoceric Acid                    | 0.58  | 3.34                          |
| C22:6n3                                  | Docosahexaenoic Acid               | 0.03  | 0.79                          |

When the fatty acid components of the herba were examined, the ratio of saturated fatty acids was 37.45, unsaturated fatty acids were 62.55 and the ratio of unsaturated fatty acids/saturated fatty acids (UFAs / SFAs) ratios was 1.7.

Table 3. Saturated and unsaturated fatty acid ratios of  
*S. kotschyana*  
*Çizelge 3. S. kotschyana'nın doymuş ve doymamış yağ asidi oranları*

| Parameters    | <i>Sphaerophysa kotschyana</i> |                                  |
|---------------|--------------------------------|----------------------------------|
|               | Fruit<br>( <i>Meyve</i> )      | Herba<br>( <i>Yaprak-Gövde</i> ) |
| SFAs (%)      | 25.08                          | 37.45                            |
| UFAs (%)      | 74.93                          | 62.55                            |
| MUFAs (%)     | 1.61                           | 2.2                              |
| PUFA (%)      | 73.32                          | 60.35                            |
| PUFAs / MUFAs | 45.54                          | 27.43                            |
| UFAs / SFAs   | 3                              | 1.7                              |

## CONCLUSION

Our results demonstrated that fruit and leave of *S. kotschyana* sustained the highest amount of USFA especially PUFA. Thus, it seems to be the most appropriate candidate to be used as industrial area especially cosmetics and phytotherapy. *S. kotschyana* is considerable to be a material usable for the cosmetic industry of the plant both in terms of its fat-soluble vitamins and fatty acid profiles. However, further research is needed on the effects of this plant for human health.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Prof. Dr. Murat Aydın Şanda for plant material supply and species identification. This work carried out in Plant Research Laboratory in Tokat Gaziosmanpaşa University.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Abdel Hameed ESS 2009. Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian Ficus species leaf samples. Food Chem. 114(4): 1271–1277.
- Ali SS, Kasoju N, Luthra A, Singh A, Sharanabasava H, Sahu A, Bora U 2008. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. Food Res. Int. 41(1): 1–15.
- Benzer F, Temizer OS 2003. Fasciola hepatica ile enfekte koyunlarda lipid peroksidasyonu, antioksidant enzimler ve nitrik oksit düzeyleri. Turkish J. Vet. Anim. Sci. 27: 657–661.
- Burton G 1990. Vitamin E: Antioxidant Activity, Biokinetics, And Bioavailability. Annu. Rev. Nutr. 10(1): 357–358.
- Di Mascio P, Murphy ME, Sies H 1991. Antioxidant defense systems: The role of carotenoids, tocopherols, and thiols. Am. J. Clin. Nutr. 53(1): 194–200.
- Gökpınar Ş, Koray T, Akçiçek E, Göksan T, Durmaz Y 2006. Algal Antioksidanlar. Su Ürünleri Derg. 23(1): 85–89.
- Hamza E, Aksoy A 2009. Phytosociological studies on the halophytic communities of central Anatolia. Ekoloji 14: 1–14.
- Innis SM 1991. Essential fatty acids in growth and development. Prog. Lipid Res. 30(1): 39–103.
- Lin X, Jiajie X, Qiaoli L, Ruimei X, Gehong W 2009. Genetic diversity in rhizobia isolated from *Sphaerophysa salsula* in several regions of northwestern China. Biodivers. Sci. 17(1): 69–75.
- Ma Z, Fujii I, Ebizuka Y, Li X, Shimomaki S, Sakano Y 2004. Flavonoids from the seeds of *Sphaerophysa*

- salsula. *J. Asian Nat. Prod. Res.* 6(1): 69–73.
- Monaghan BR, Schmitt FO 1932. The effects of carotene and of vitamin A on the oxidation of linoleic acid. *J. Biol. Chem.* 96: 387–395.
- Polhill RM 1981. Raven PH (ed.). 1981 *Advances in legume systematics: parts 1 & 2.* Kew, R. Bot. Gard. 2: 1–7.
- Trouwborst A 2014. Exploring the legal status of Wolf-dog hybrids and other dubious animals: International and EU law and the wildlife conservation problem of hybridization with domestic and alien species. *Rev. Eur. Comp. Int. Environ. Law.* 23 (1): 111–124.
- Van DBH, Faulks R, Granado HF, Hirschberg J, Olmedilla B, Sandmann G, Southon S, Stahl W 2000. The potential for the improvement of carotenoid levels in foods and the likely systemic effects. *J. Sci. Food Agric.* 80(7): 880–912.
- Yarsan E 2014. Lipid peroksidasyon olayı ve önlenmesine yönelik uygulamalar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Vet. Fakültesi Derg.* 9(1): 89–95.
- Yildiztugay E, Ozfidan KC, Kucukoduk M 2013. *Sphaerophysa kotschyana*, an endemic species from Central Anatolia: Antioxidant system responses under salt stress. *J. Plant Res.* 126(5): 729–742.



## Effect of Some Pesticides and Wood Vinegar on Soil Nematodes in a Wheat Agro-Ecosystem

İbrahim KOÇ<sup>1\*</sup>, Şenol YILDIZ<sup>2</sup>, Erdal Necip YARDIM<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 13000, Bitlis, <sup>2</sup>Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 14030, Gölköy-Bolu, <sup>3</sup>Bitlis Eren Üniversitesi Rektörlüğü, 13000, Bitlis

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0803-6801>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7072-0087>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-0860-9887>

✉: [ibrahimkoc47@gmail.com](mailto:ibrahimkoc47@gmail.com)

### ABSTRACT

In this study, the effects of some pesticides and wood vinegar on free-living nematode trophic groups common in soil were investigated in a wheat field. Field experiments were conducted in 2014-2015 and 2015-2016 growing seasons in a winter wheat field with a randomized block design with four replicates in Muş Province, Turkey. The treatments were consisted of; 1) pesticide application (i.e., chemicals used for all wheat diseases, weeds and pests in the region), 2) 0.5, 1, 2, 3, 4 and 5% ml wood vinegar, which equates to pesticide application, and 3) untreated control In the field, 19 genera and one order of nematodes were found from five nematode trophic groups. In 2014-2015 and 2015-2016, the number of predator nematodes were 25 and 136, and the number of the most common plant parasitic nematodes were 3012 and 3657, respectively. From first to second growing season, the number of omnivore nematodes decreased, whereas other nematode groups increased. According to a simple correspondence analysis, it was determined that generally, there were significant connections between the treatments, and the measured properties and nematode trophic groups.

### Research Article

### Article History

Received : 25.05.2019

Accepted : 31.10.2019

### Keywords

Nematodes

Pesticides

Soil

Wood vinegar

## Bazı Pestisitler ve Odun Sirkesinin Buğday Agro-Ekosistemindeki Toprak Nematodlarına Etkileri

### ÖZET

Bu çalışmada, bazı pestisitlerin ve odun sirkesinin buğday tarlasında toprakta yaygın olarak serbest yaşayan trofik düzeyinde nematod gruplarına etkileri araştırılmıştır. Tarla denemeleri, Muş İlinde 2014-2015 ve 2015-2016 üretim sezonlarında kışlık buğday tarlasında tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü yapılmıştır. Muameleler; 1) pestisit uygulaması (bölgede buğdayda görülen hastalık, yabancı ot ve zararlılara karşı kullanılan kimyasal ilaçlar), 2) pestisit uygulamasına tekabül eden %0.5, 1, 2, 3, 4 ve 5 ml odun sirkesi uygulamaları ve 3) herhangi pestisit ve odun sirkesi uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulaması şeklinde yapılmıştır. Deneme alanında beş trofik gruptan, 19 cins ve 1 takım düzeyinde nematod tespit edilmiştir. 2014-2015 ve 2015-2016'da avcı nematod sayısı sırasıyla 25 ve 136 olup, en sık rastlanan bitki parazit nematodların sayısı 3012 ve 3657'dir. 2014-2015 ve 2015-2016 yılları arasında omnivor nematod sayısı azalırken diğer nematod gruplarında artış gözlenmiştir. Basit uyum analizleri sonuçlarına göre, muameleler ile ölçülen özellikler ve trofik düzeyindeki nematod grupları arasında genel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 25.05.2019

Kabul Tarihi : 31.10.2019

### Anahtar Kelimeler

Nematodlar

Pestisitler

Toprak

Odun sirkesi

**To Cite :** Koç İ, Yıldız Ş, Yardım EC 2020. Effect of Some Pesticides and Wood Vinegar on Soil Nematodes in a Wheat Agro-Ecosystem. KSU J. Agric Nat 23 (3): 621-633. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.570180.

### INTRODUCTION

Pesticides have been used extensively since the 1940s to protect agricultural production against the plant

pathogens, pests and weeds (Tiryaki et al., 2010) and are considered to be a cause of environmental problems (Altıkat et al., 2009). In recent years, in plant protection applications, various alternative methods

including natural products were investigated in response to the problems caused by the intensive use of synthetic pesticides (Erdoğan and Toros, 2005). Bio-pesticides emphasized as the derivatives of animals, plants, bacteria and various minerals (Yarsan and Çevik, 2007). Yin (2008), referring to Tsuzuki et al. (1989), reported that wood vinegar (WV) was used as natural organic pesticides (Yin, 2008). WV is obtained during the production of charcoal (Cai et al., 2012). Kim et al. (2008), referring to Jang (2004), reported that 80-90% of WV is composed of water, 10-20% of the organic compounds, with more than 200 organic acids but mostly acetic acid. WV is a good resource for organic agriculture and is widely used in agriculture and daily life in Japan (Mu et al., 2003). WV is moderately or slightly toxic so to non-target organisms in water and soil (Hagner, 2013). Koc (2019) stated that WV doses and its frequencies can have an effect on the numbers of nematode groups. Römbke et al. (2009) reported that application of the pesticides (fungicide benomyl, insecticide chlorpyrifos mixture and a new type of pesticide) to the grassland without mixing into the soil decreased the number of nematodes by 48% compared to the control. Daramola et al. (2015) reported that the population of nematodes in both sites where they applied carbofuran was significantly suppressed ( $P \leq 0.05$ ). Chelinho et al. (2011), reported that in soil samples from agricultural areas exposed to carbofuran for 14 and 28 d the total number of soil nematodes and population of their families decreased, but there was no significant change in the trophic structure. The total number of nematodes, Shannon-Weaver index, species richness, sameness and number of species decreased in all contaminated microcosms. They found that WV induces development of reactive oxidative species-sensitive mutant nematodes, prolonging their life span and increasing body size (Cai et al., 2012). Despite the fact that pesticides are extensively studied for their possible effects on nematodes, serious studies are not conducted on the effects of wood vinegar as an organic pesticide for nematodes. The aim of this study was to determine the effects of pesticides (fungicide and herbicide) and WV on soil nematodes (according to trophic levels) in a wheat field.

## **MATERIAL and METHOD**

### **Experimental Area**

This study was conducted with winter wheat Krasunia Odeska in a field of Berce Alparslan Agricultural Administration (38°47'33", 41°32'46", 1276 m), 11.8 km from the center of Muş Province. The texture of the soil was clay with the proportion of clay, silt and sand was 63.3, 25.8 and 10.9%, respectively. Climate in Muş Province is terrestrial, winters are cold and snowy, and summers are generally short and cool (Anonymous,

2016a). Total average annual rainfall for the proceeding 10 years, and the total annual rainfall for the first (2014-2015) and second years (2015-2016) in the region were 741, 740 and 790 mm; with mean temperatures of 10.6, 11.6 and 11.5°C and mean RH of 60.8, 55.0 and 54.0%, respectively (Anonymous, 2016b).

### **Source of Wood Vinegar (WV), Pesticides and Fertilizer Materials**

Broiler chicken farming waste was obtained from a company manufacturing biochar and WV products using a gasifier (Namlı et al., 2014). Fertilizer and pesticides were taken from Alparslan Agriculture Administration. In both seasons of 2014-2015 and 2015-2016, fertilizer for stand improvement (46% urea, 100 kg ha, Özbaşak, Öz Başak Tarım) and base fertilizers (N:P:K 20:20:0, 137 g ha) were used. In 2014-2015, pesticide Weed Killer D (herbicide, active ingredient: 2,4-D Acid Dimethylamin, 1000 ml ha, Koruma, Koruma Tarım) with Duett Super (fungicide, active ingredient: 84 g L Epoxiconazole and 250 g L Fenpropimorph, 1000 ml ha, Basf, BASF Agricultural Solutions Turkey) were applied to the plots and WV applied at 0.5, 1, 2, 3, 4 and 5% ml and water alone was applied as a control. Six liters of solution (pesticide, WV) was applied to testing area (each testing area was decided to be 100 m<sup>2</sup>). In 2015-2016, pesticide input (fungicide, active ingredient: 160 g L Prothioconazole + 300 g L Spiroxamine, EC, 1000 ml ha, Bayer, Bayer Crop Science), Harmony Platinum (herbicide, active ingredient: 37.5% Thifensulfuron methyl + 37.5% Tribenuron methyl, DF, 20 g ha, Bayer, Bayer Crop Science), Duett Super (fungicide, active ingredient: 84 g L Epoxiconazole and 250 g L Fenpropimorph, 1000 ml ha, Basf, BASF Agricultural Solutions Turkey), mixed with Attribut Super WG 20 (herbicide, active ingredient: 6.75% Propoxy carbazone-sodium + 4.5% Mesosulfuron-methyl, WG, 200 g/ha, Bayer, Bayer Crop Science) and Biopower (1000 ml ha, Bayer, Bayer Crop Science) were applied. WV at 0.5, 1, 2, 3, 4- and 5%-ml concentrations and water alone as a control were applied.

### **Experimental Design, Pesticide and WV Applications**

The experiment was set in a wheat field in a randomized block design with four replicates in both seasons. For each plot (5 × 5 m) there was a minimum distance of 2 m alleyway between plots and blocks. Pesticide were applied in the experiment (treatments) via backpack sprayer. Applied pesticides were routinely used ones for diseases, pests and weeds of wheat by Berce Alparslan Agriculture Administration according to their established application calendar. The following treatments were used in the study: 1) pesticide application; 2) 0.5% ml WV corresponding to pesticide application; 3) 1% ml WV corresponding to pesticide application; 4) 2% ml WV corresponding to

pesticide application; 5) 3% ml WV corresponding to pesticide application; 6) 4% ml WV corresponding to pesticide application; 7) 5% ml WV corresponding to pesticide application; and 8) control application (no pesticide and WV). Pesticide and WV application were done one times in 2014-2015 and four times in 2015-2016.

### Soil Sampling

Soil samples were taken from eight different places in each plot (Yardim, 1996) with a 25 mm diameter sampling tube (10-30 cm deep). The soil samples were thoroughly mixed, placed in bags, and transferred to the laboratory momentarily, where they were stored at 4°C. In 2014-2015, the samples were taken before treatment application (19 May 2015), after treatment application (25 June 2015) and at the end of harvest (25 July 2015), and in 2015-2016, before treatment application (21 April 2016), after treatment application (25 June 2016) and at the end of harvest (9 August 2016).

### Extraction, Identification and Counting of Nematodes

Nematodes were extracted from soil using a modified-Baermann funnel method (Baermann, 1917; Whitehead and Hemming, 1965; Southey, 1986). Nematode were counted under a light microscope at 10× magnification, and allocated to trophic groups described by Yeates (1971) and Yeates et al. (1993), and identified to genus.

### Statistical analysis

Data were subjected to simple correspondence analysis in Minitab (Ver. 17) statistical package program (Winer et al., 1971).

## RESULTS and DISCUSSION

The nematodes were found to belong to five trophic groups, 19 genera and one order (Table 1).

### Effect of pesticides and WV on bacterivore nematodes

WV at 0.5-5% ml collected on 19 May 2015 exhibited similar responses to 3-4% ml samples collected on 25 July 2015, but WV at 2% ml showed no similarity or relationship with any other sample (Figure 1). On 21 April 2016, with WV at 5-0.5% ml and on 29 August 2016 with WV at 2% ml the relationship was with the highest number of nematodes. For WV at 1-3% ml and pesticide application the relationship with each other is similar, whereas the control is not related to any other sample (Figure 2). The total number of bacterivore nematodes in 2014-2015 (2834) was lower than those of 2015-2016 (3251). This increase can be attributed to the higher rainfall and weeds densities in 2015-2016. In 2014-2015, the number of bacterivore nematodes were the lowest for pesticide applications

(262) and the highest for WV at 2% ml (493). In 2015-2016, again, the number of bacterivores were the lowest for WV at 3% ml (302) and the highest for WV at 0.5 ml WV (524) treatment. The lowest average number of bacterivores were observed in WV at 3% ml (292) and the highest was in WV at 5% ml (451) (Figure 3).

Table 1. Nematodes detected at the experimental area  
 Tablo 1. Deneme alanında tespit edilen nematodlar

| Trophic group<br>(Trofik grup)                       | Name (Genus)<br>(Adı (Cins)) |
|--|------------------------------|
| Bacterivore nematode<br>(Bakterivor nematod)         | <i>Acrobeloides</i> spp.     |
|  | <i>Acrobeles</i> spp.        |
|  | <i>Achromadora</i> spp.      |
|  | <i>Cervidellus</i> spp.      |
|  | <i>Cephalobus</i> spp.       |
|  | <i>Eucephalobus</i> spp.     |
|  | <i>Monhystera</i> spp.       |
|  | <i>Plectus</i> spp.          |
|  | <i>Prismatolaimus</i> spp.   |
|  | <i>Wilsonama</i> spp.        |
| Fungivore nematode<br>(Fungivor nematod)             | <i>Aphelenchoides</i> spp.   |
|  | <i>Aphelenchus</i> spp.      |
| Omnivore nematode<br>(Omnivor nematod)               | Dorylaimida (order)          |
| Predator nematode<br>(Avcı nematod)                  | <i>Mononchus</i> spp.        |
| Plant parasitic nematode<br>(Bitki paraziti nematod) | <i>Ditylenchus</i> spp.      |
|  | <i>Merlinius</i> spp.        |
|  | <i>Pratylenchus</i> spp.     |
|  | <i>Tylenchus</i> spp.        |
|  | <i>Tylenchorhynchus</i> spp. |
| <i>Trophorus</i> spp.                                |                              |

Compared to the control, bacterivore nematode populations increased in parallel to the climate and plant phenology, which was consistent with the study of Chelinho et al. (2011). However, in the second year of the study Koc (2019), bacterivore nematodes were found decreasing. Also, there are other previous studies reporting similar results. For instance, bacterivore nematode populations were the lowest in the broad-spectrum pesticide (fungicide and herbicide) treated areas (Yardim and Edwards, 1998; Johnson et al., 1981). Nematodes numbers in the soil (treated with organic phosphate or carbamate) were also reduced, and likewise for some pesticides applied to the grassland without mixing into the soil reducing



nematode numbers by 48% (Römbke et al., 2009). Additionally, Soltani et al. (2012) reported that the total number of nematodes, species richness and number of species fell in all contaminated microcosm where permethrin applied.

### Effect of pesticides and WV on plant parasitic nematodes

WV at 5% ml was most related to nematode number for the sample collected on 19 May 2015, whereas, on 25 June 2015 pesticide application and WV at 1 and 2% ml sustained the strongest relationship (Figure 4).

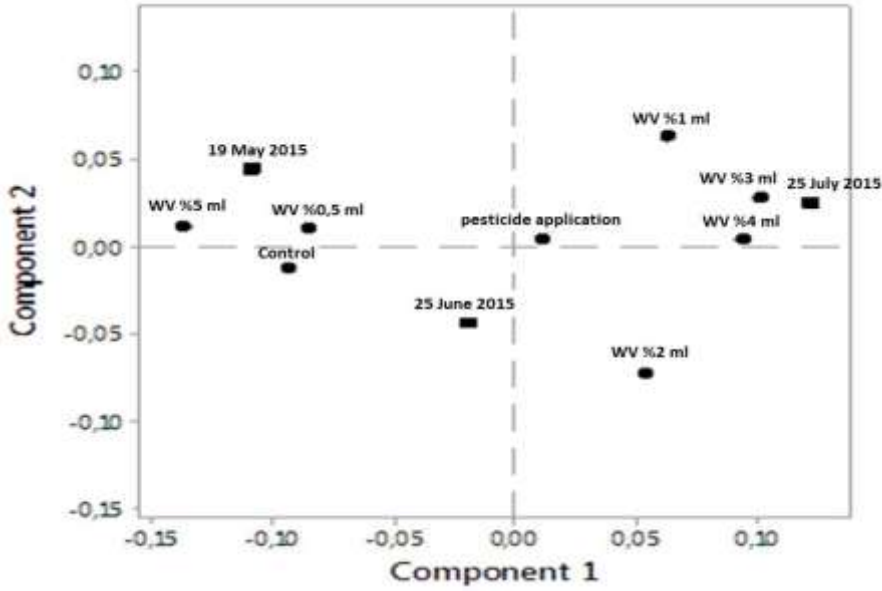


Figure 1. Simple correspondence analysis for the relationship between treatments and sampling date in 2014-2015 for the number of bacterivore nematodes

Şekil 1. Bakterivor nematod sayısı bakımından 2014-2015 yılı muamele ve örneklem tarihleri arasındaki ilişkiler için basit uyum analizi

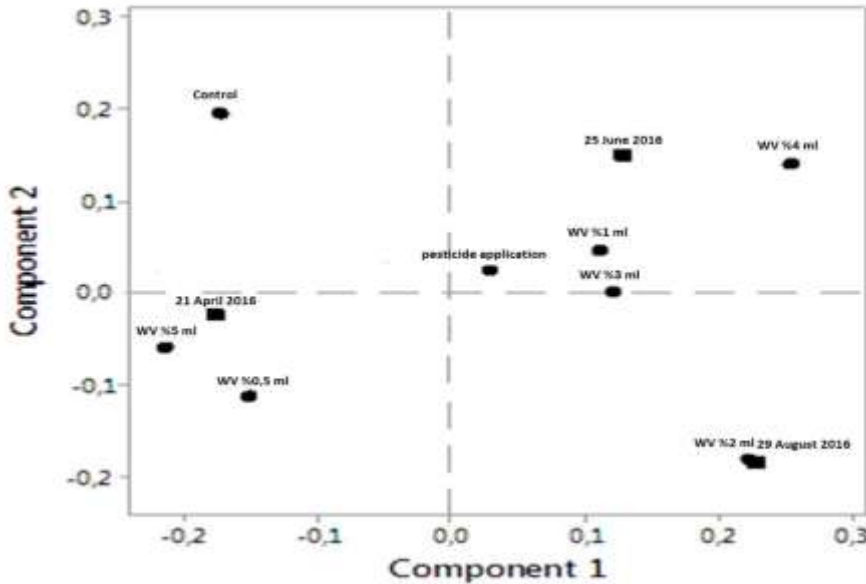


Figure 2. Simple correspondence analysis for the relationship between treatments and sampling date in 2015-2016 for the number of bacterivore nematodes

Şekil 2. Bakterivor nematod sayısı bakımından 2015-2016 yılı muamele ve örneklem tarihleri arasındaki ilişkiler için basit uyum analizi

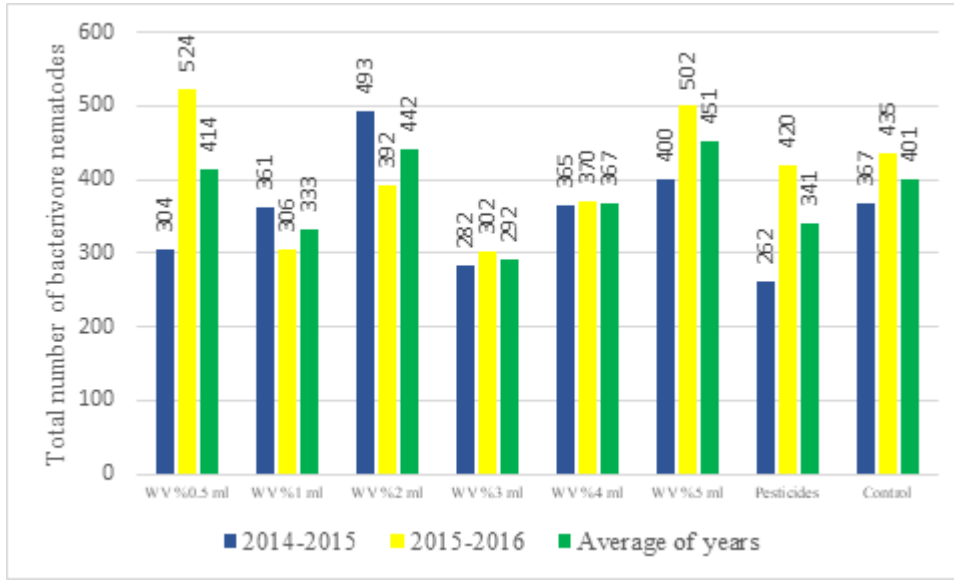


Figure 3. Based on the treatments, comparison of the total number of bacterivore nematodes between 2014-2015 and 2015-2016

Şekil 3. Muamelelere göre 2014-2015 ve 2015-2016 yılları arasındaki toplam bakterivor nematod sayısının karşılaştırılması

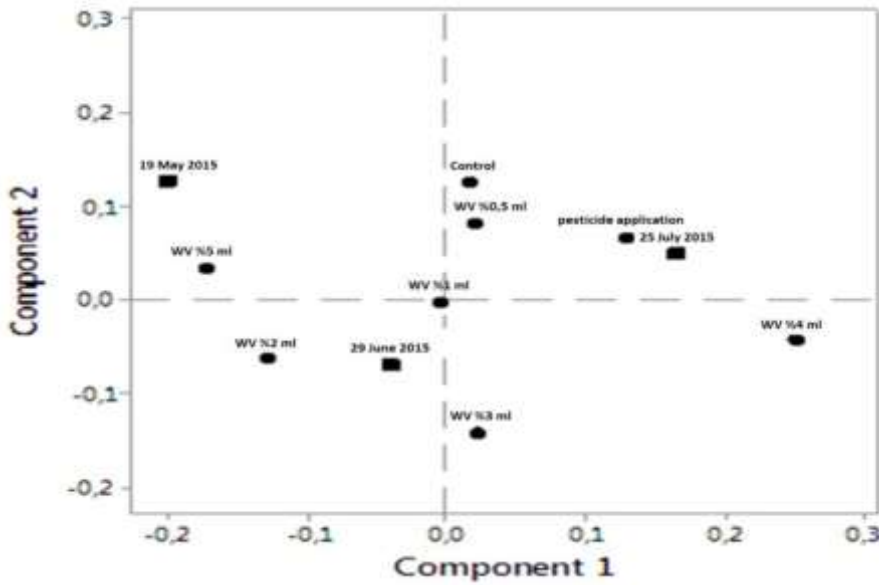


Figure 4. Simple correspondence analysis for the relationship between treatments and sampling date in 2014-2015 for the number of plant parasitic nematodes

Şekil 4. Bitki paraziti nematod sayısı bakımından 2014-2015 yılı muamele ve örneklem tarihleri arasındaki ilişkiler için basit uyum analizi

This can be explained with an increase in the number of plant parasitic nematodes. On 21 April 2016 with WV at 0.5% ml experiment exhibited the highest relationship with nematode number. Whereas on 25 June 2016, the control and on 9 August 2016, 3% ml WV, 1 and 2% ml WV applications were thought to be related or similar with the same treatment-like responses (Figure 5).

In 2014-2015 season, minimum number of plant parasitic nematodes were counted at 0.5% ml WV application (277 nematodes) and the maximum

number of plant parasitic nematodes were found at 1% ml WV application (527 nematodes). In 2015-2016 season, on the other hand, minimum number of plant parasitic nematodes were detected at 1% ml WV (326 nematodes) while the maximum number of nematodes were at 4% ml WV application (600 nematodes). As the average of this two seasons, maximum and minimum number of nematodes were found in 2% ml WV (486 nematodes) and Pesticides (345 nematodes) applications, respectively (Figure 6).

It is thought that this situation can be related by

changes in the density of weeds together with the extract applications. Compared to 2014-2015 (3012), in 2015-2016 (3657) the number of plant parasitic nematodes was higher. It is assumed that population of plant parasitic nematodes was affected by rainfall and weeds densities. In general, fluctuations in the number of plant parasitic nematodes are attributed to plant growth and development. These findings were similar to those of Chelinho et al. (2011) and Koc (2019), however some different results were also

reported in different studies. For example; plant parasitic nematode populations were more common in the full spectrum pesticide treatment and insecticide treated than in control (Yardim and Edwards, 1998); some of the pesticides they applied to the soil decreased root-knot nematodes in the soil (Johnson et al., 1981); some of the pesticides they applied to the soil decreased the number of nematodes by 48% (Römbke et al., 2009); thus, pesticide applied to soil affects nematodes (Soltani et al., 2012).

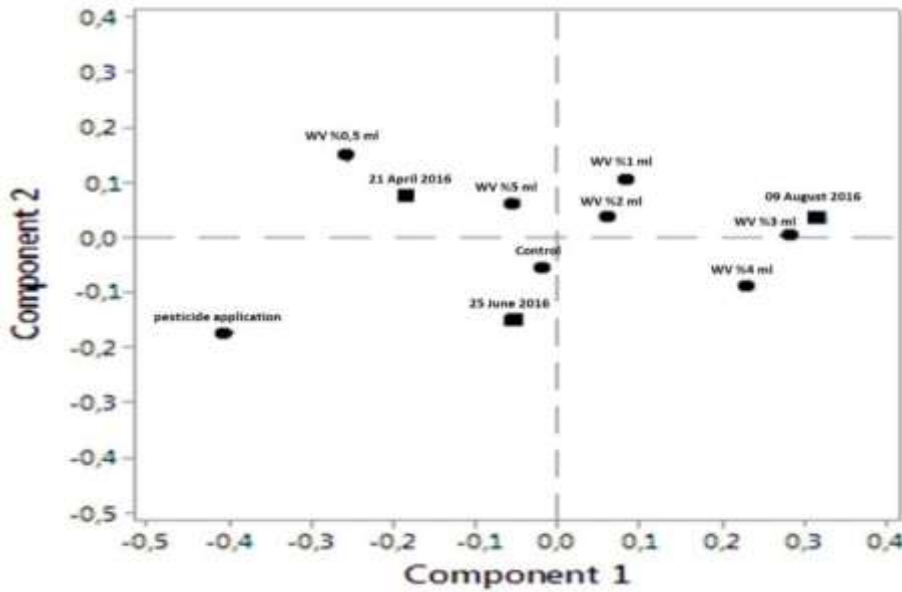


Figure 5. Simple correspondence analysis for the relationship between the application and sampling in 2015-2016 for the number of plant parasitic nematodes

Şekil 5. Bitki paraziti nematod sayısı bakımından 2015-2016 yılı muamele ve örneklem tarihleri arasındaki ilişkiler için basit uyum analizi

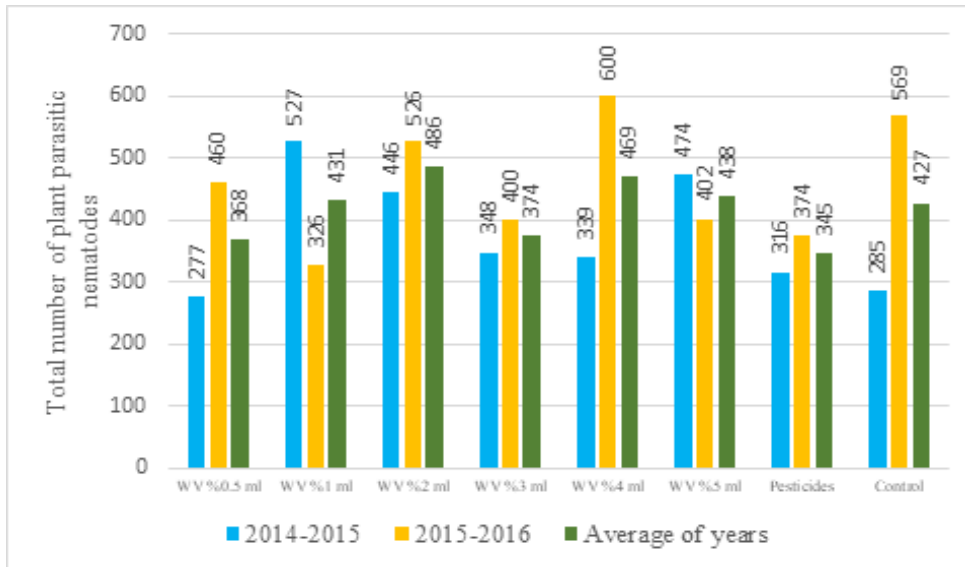


Figure 6. According to the treatments, comparison of the total number of plant parasitic nematodes between 2014-2015 and 2015-2016

Şekil 6. Muamelelere göre 2014-2015 ve 2015-2016 yılları arasındaki toplam bitki paraziti nematod sayısının karşılaştırılması

### Effect of pesticides and WV on fungivore nematodes

Samples collected on May 19<sup>th</sup> (2015) may be related to a continuous reduction in pesticide application. Further, analysis of the samples collected on July 25<sup>th</sup> (2015) indicated that, responses of 4%, 0.5% WV and control to pesticide application were similar. 3% mL WV applied on samples (collected on June 25<sup>th</sup>, 2015) observed results relatively increased and decreased before and after the application of WV (Figure 7). The results from this study coincide with Chelinho et al. (2011) however, previous researchers also reported that pesticide application can cause negative impacts on fungivore nematodes (Yardim and Edwards, 1998),

and typically reduces the number of nematodes (Johnson et al., 1981; Römbke et al., 2009; Soltani et al., 2012). Sampling performed on June 25<sup>th</sup> (2016) related with of 1% WV. Similarities among 0.5%, 5% and 3% WV can be related to the responses of these WV to treatments. Similarly, 4% and 2% mL WV applications may be related their responses to pesticide treatment. Sampling on August 9<sup>th</sup> (2016) and April 21<sup>st</sup> (2016) were performed before pesticide and WV application and at the end of harvesting season; therefore, these samples were excluded from all the agricultural treatments including pesticide application (Figure 8).

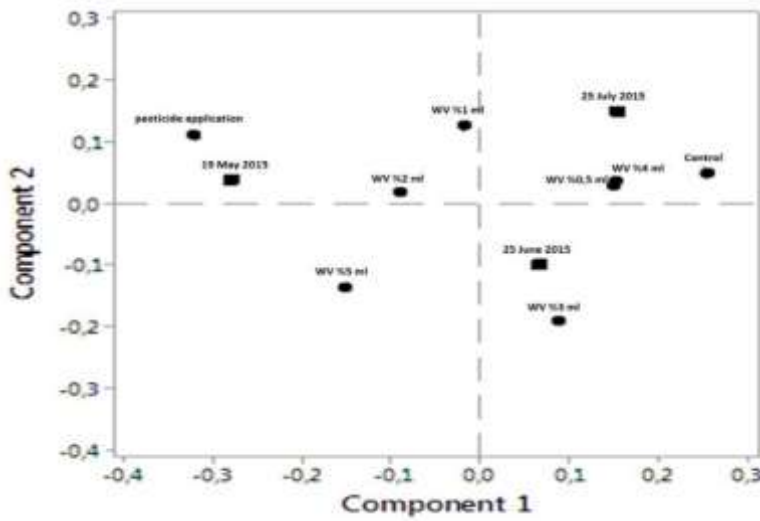


Figure 7. Simple correspondence analysis for the relationship between treatments and sampling date in 2014-2015 for the number of fungivore nematodes

Şekil 7. Fungivor nematod sayısı bakımından 2014-2015 yılı muamele ve örnekleme tarihleri arasındaki ilişkiler için basit uyum analizi

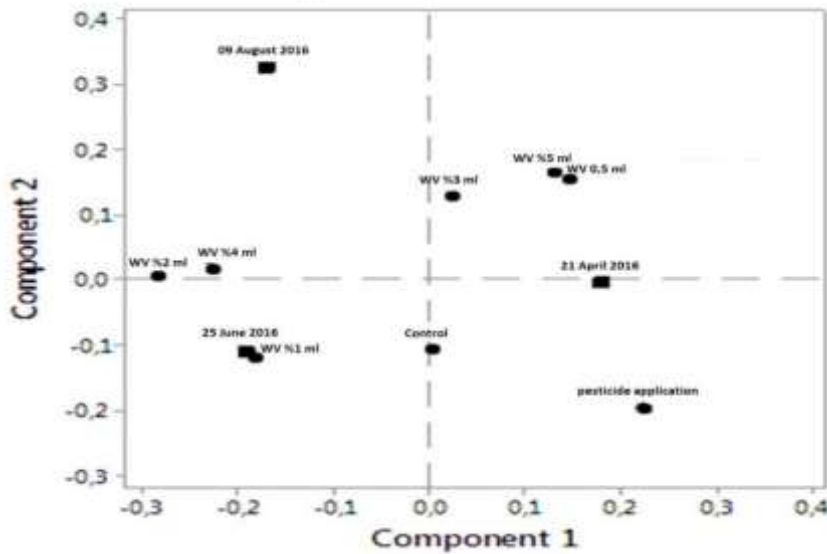


Figure 8. Simple correspondence analysis for the relationship between treatments and sampling date in 2015-2016 for the number of fungivore nematodes

Şekil 8. Fungivor nematod sayısı bakımından 2015-2016 yılı muamele ve örnekleme tarihleri arasındaki ilişkiler için basit uyum analizi

Fungivore nematodes were determined as 201 (for the minimum pesticide application) and 335 (for the maximum WV application, 5% mL) for 2014 and 2015, respectively. Moreover, fungivore nematodes were determined as 204 (for the minimum WV application, 3% mL) and 394 (for the maximum pesticide application) for 2015 and 2016, respectively. Figure 9 shows the average fungivore nematode numbers, for the application of minimum (3% mL) and maximum (5% mL) WV, as 216 and 300, respectively.

In 2015-2016, the total number of fungivore nematodes increased from 2049 to 2198 compared to 2014-2015. This may be related to increase in the amount of precipitation and weed densities in the application field. Fungivore nematodes increased more in pesticide application in 2015-2016 during the WV treatments (Figure 10). This can be explained with negative effects of pesticides on omnivorous nematodes (Figure 13). Relatively different results were obtained compared to previous studies (including Johnson et al., 2009; Yardim and Edwards, 1998; Soltani et al., 2012).

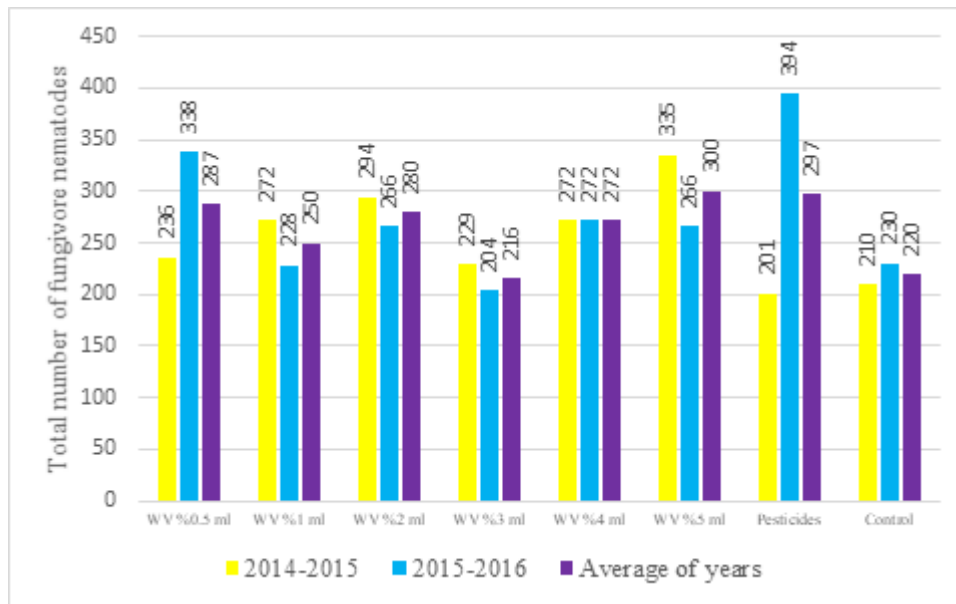


Figure 9. According to the treatments, comparison of the total number of fungivore nematodes between 2014-2015 and 2015-2016

Şekil 9. Muamelelere göre 2014-2015 ve 2015-2016 yılları arasındaki toplam fungivor nematod sayısının karşılaştırılması

#### Effect of pesticides and WV on omnivore nematodes

Samples collected on May 19<sup>th</sup> (2015) were related to 0.5% mL WV and the highest number of nematodes observed. Samples collected on July 25<sup>th</sup> (2015), on the other hand, were related to 3% mL WV and relatively lower number of nematodes detected. 1% and 2% mL of WV showed similar responses to the pesticide and WV application. It is assumed that 5% WV and pesticide are related to each other due to similar responses to treatments (Figure 10).

Sampling analysis (for the specimen collected on April 21<sup>st</sup> 2016) exhibited an increase in the number of observed nematodes. This was related the application of 0.5% WV. Additionally, similar responses of 1%, 5% mL and control group to treatments may be related to interaction between these groups (Figure 11). Omnivore nematodes were determined as 18 (for the minimum WV application, 2% mL) and 35 (for the maximum pesticide application) for 2014 and 2015, respectively. Further, omnivore nematodes were determined as 20 (for the minimum control) and 32 (for

the maximum 1% mL WV application) in 2015-2016, respectively.

Figure 12 shows the average omnivore nematode number, for the application of minimum (control) and maximum (1% mL) WV, as 20 and 33, respectively. In 2015-2016, the total number of fungivore nematodes decreased from 211 to 202 compared to 2014-2015. This decrease of omnivores may be related to pesticide and WV applications in 2015-2016. These findings were found to be consistent with some previous studies (such as Johnson et al., 1981; Yardim and Edwards, 1998; Römbke et al., 2009; Soltani et al., 2012).

#### Effect of pesticides and WV on predator nematodes

According to the sampling analysis (with samples collected on July 25<sup>th</sup>, 2015), pesticide application can be related to the highest number of nematodes. Also, negative effects of pesticide and WV application on predator nematodes were found (Figure 13). Sampling performed on April 21<sup>st</sup> (2016) and August 9<sup>th</sup> (2016) were related to 5% mL WV and pesticide application,

respectively. Similar responses among 2% and 0.5% WV were related to a functional interaction between 2% and 0.5% WVs. Additionally, 3% WV and Control group were associated to each other due to their similar responses towards the applied treatments (Figure 14).

Predator nematodes were determined as 1 (for the minimum WV application, 3% mL) and 5 (for the maximum pesticide application) in 2014-2015, respectively. Moreover, predator nematodes were

determined as 6 (for the minimum WV application, 1% mL) and 32 (for the maximum WV application, 4% mL) in 2015-2016, respectively. The average predator nematode number, for the application of minimum (1% mL) and maximum (4% mL) WV, were determined as 4 and 17, respectively. The total number of predator nematodes increased from 25 in 2015-2016, to 136 in 2014-2015. This may be because of a numerical increase in other nematode groups except for omnivores (Table 2).

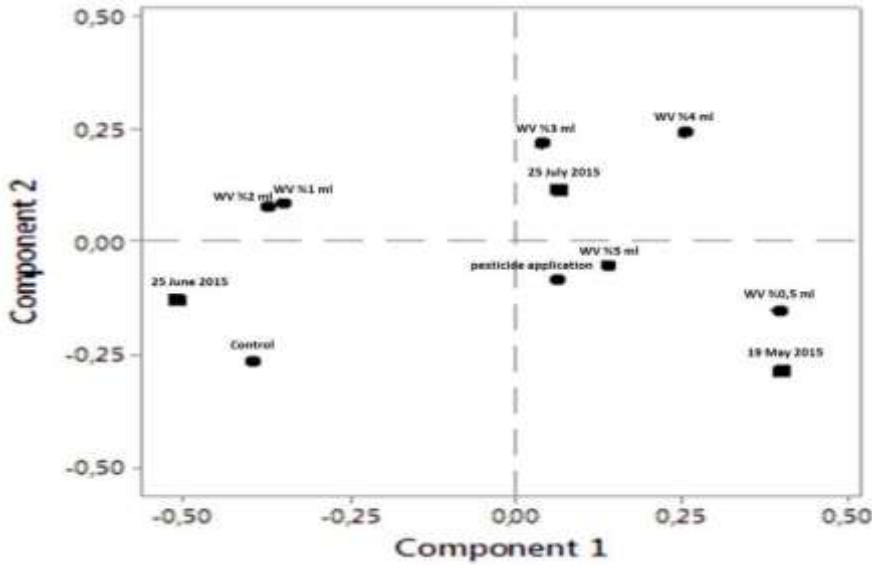


Figure 10. Simple correspondence analysis for the relationship between treatments and sampling date in 2014-2015 for the number of omnivore nematodes

Şekil 10. Omnivor nematod sayısı bakımından 2014-2015 yılı muamele ve örneklem tarihleri arasındaki ilişkiler için basit uyum analizi

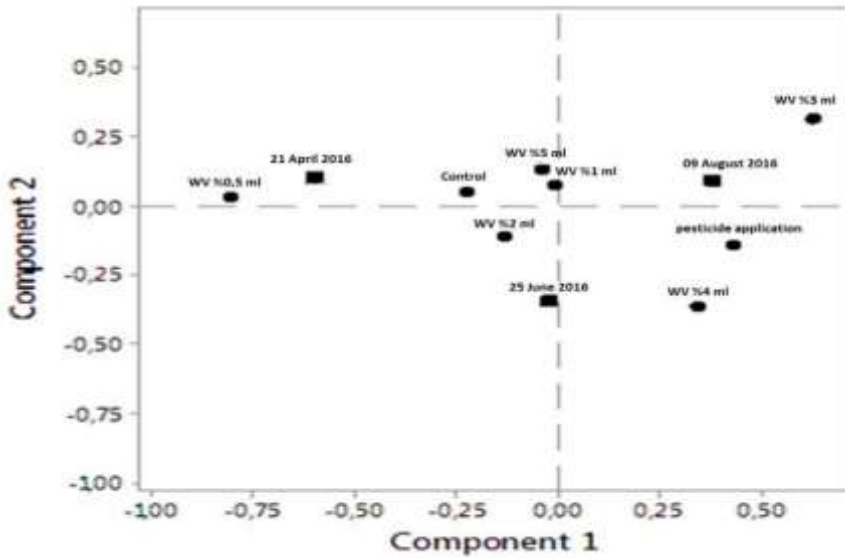


Figure 11. Simple correspondence analysis for the relationship between the application and sampling in 2015-2016 for the number of omnivore nematodes

Şekil 11. Omnivor nematod sayısı bakımından 2015-2016 yılı muamele ve örneklem tarihleri arasındaki ilişkiler için basit uyum analizi

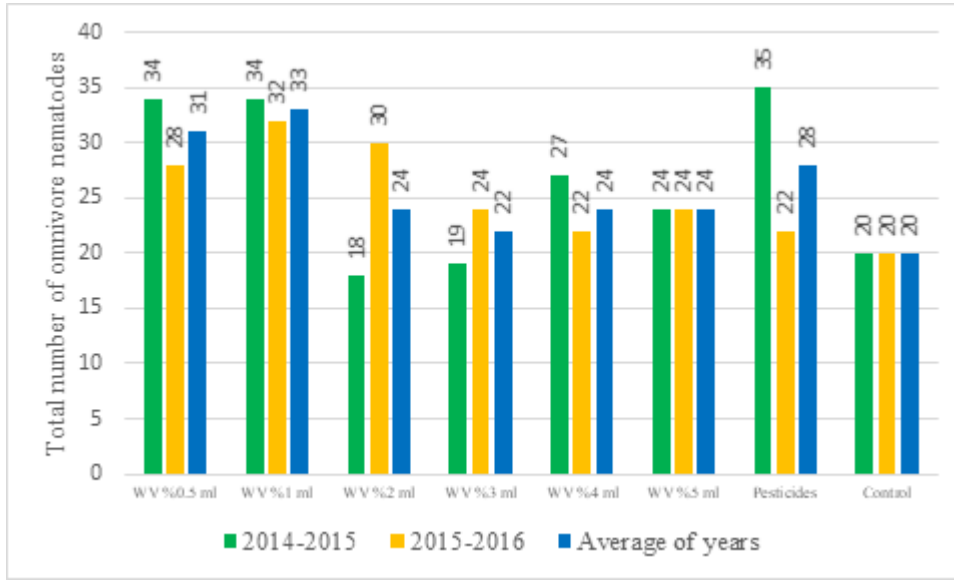


Figure 12. According to the treatments, comparison of the total number of omnivore nematodes between 2014-2015 and 2015-2016

Şekil 12. Muamelelere göre 2014-2015 ve 2015-2016 yılları arasındaki toplam omnivor nematod sayısının karşılaştırılması

In contrast to these findings, some previous studies reported that the number of predator nematodes can be adversely affected in the full spectrum pesticide treatments (Yardim and Edwards, 1998; Johnson et al., 1981; Römbke et al., 2009; Soltani et al., 2012).

In both 2014-2015 and 2015-2016 seasons, the lowest number of predator nematodes (25/136) and the greatest number of parasitic nematodes (3012/3657)

were determined, respectively. A decrease in the number of omnivorous nematodes in 2014-2015, and an increase in other nematodes in 2015-2016 were observed (Table 2). According to the results, significant relations between WV, pesticide treatments, and nematode groups were determined. Additionally, it is recommended that further studies are needed for bio-pesticide potential of wood vinegar on nematodes.

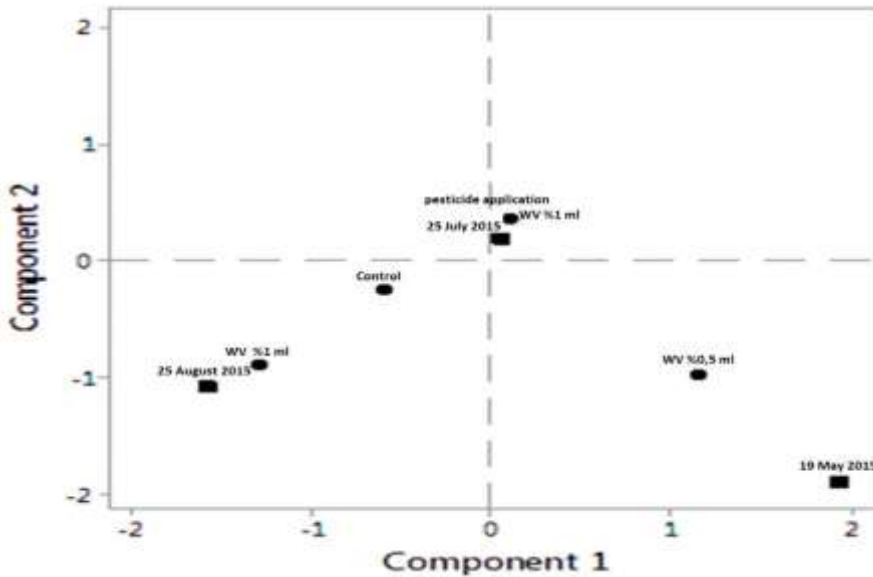


Figure 13. Simple correspondence analysis for the relationship between treatments and sampling date in 2014-2015 for the number of predator nematodes

Şekil 13. Avcı nematod sayısı bakımından 2014-2015 yılı muamele ve örneklem tarihleri arasındaki ilişkiler için basit uyum analizi

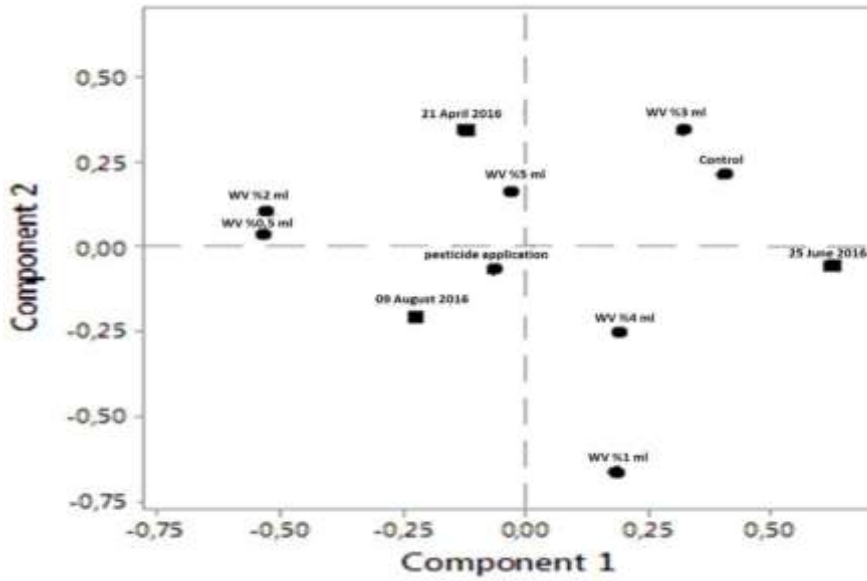


Figure 14. Simple correspondence analysis for the relationship between the application and sampling in 2015-2016 for the number of predator nematodes

Şekil 14. Avcı nematod sayısı bakımından 2015-2016 yılı muamele ve örneklem tarihleri arasındaki ilişkiler için basit uyum analizi

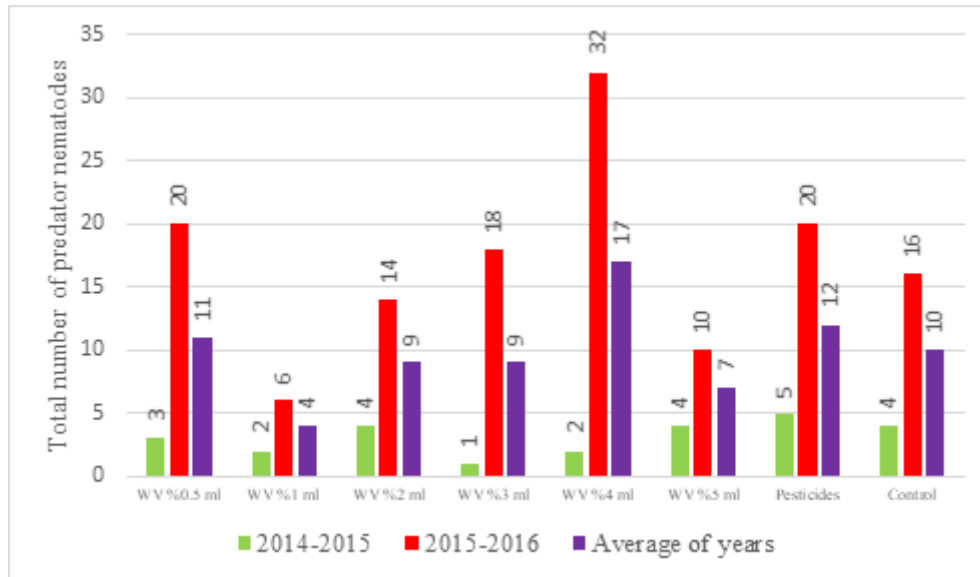


Figure 15. According to the treatments, comparison of the total number of predator nematodes between 2014-2015 and 2015-2016

Şekil 15. Muamelelere göre 2014-2015 ve 2015-2016 yılları arasındaki toplam avcı nematod sayısının karşılaştırılması

Table 2. Total number of nematodes in trophic groups in 2014-2015 and 2015-2016

Tablo 2. 2014-2015 ve 2015-2016 yılları trofik gruplarına göre toplam nematode sayısı

| Trophic group ( <i>Trofik grup</i> )                       | Years ( <i>Yıllar</i> ) |           | Total ( <i>Toplam</i> ) |
|--|-------------------------|-----------|-------------------------|
|  | 2014-2015               | 2015-2016 |                         |
| Bacterivore nematode ( <i>Bakterivor nematod</i> )         | 2834                    | 3251      | 6085                    |
| Plant parasitic nematode ( <i>Bitki paraziti nematod</i> ) | 3012                    | 3657      | 6669                    |
| Fungivore nematode ( <i>Fungivor nematod</i> )             | 2049                    | 2198      | 4247                    |
| Omnivore nematode ( <i>Omnivor nematod</i> )               | 211                     | 202       | 413                     |
| Predator nematode ( <i>Avcı nematod</i> )                  | 25                      | 136       | 161                     |
| Total ( <i>Toplam</i> )                                    | 8131                    | 9444      | 17575                   |



## ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank Prof. Dr. Mehmet MENDEŞ for the help in the interpretations of the statistical analyses, and Berce Alparşlan Agricultural Administration for providing place/opportunity for this study. This study constitutes a part of a PhD thesis (A Research on Determination of Some Effects of Wood Vinegar and Pesticides on Wheat Agro-ecosystems). Further, this study was partially presented in IGAP2018-1<sup>ST</sup> International GAP Agriculture and Livestock Congress (25-27 April 2018) in Şanlıurfa, Turkey as an oral presentation.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Altıkat A, Turan T, Torun FE, Bingül Z 2009. Use of Pesticides in Turkey and its Effects on Environment. Atatürk Univ., J. of the Faculty of Agriculture, 40: 87-92.
- Anonymous 2016a. T.C Muş Valiliği İl Özel İdaresi Muş Stratejik Planı – PDF. (Web page <http://docplayer.biz.tr/4399196-T-c-mus-valiligi-il-ozel-idaresi-mus-stratejik-plani.html>). (Date accessed: October 2016).
- Anonymous 2016b. Muş Meteorological Provincial Directorate Records. (Date accessed: November 2016).
- Baermann G. 1917. Eine einfache Methode zur Auffindung von Ancylostomum (Nematoden) Larven in Erdproben. Geneesk. Tijdschr. Ned. Indie, 57: 131-137.
- Cai K, Jiang S, Renc C, He Y 2012. Significant Damage-Rescuing Effects of Wood Vinegar Extract in Living *Caenorhabditis elegans* Under Oxidative Stress. Journal of the Science of Food and Agriculture, 92: 29-36.
- Chelinho S, Dieter-Sautter K, Cachada A, Abrantes I, Brown G, Costa-Duarte A, Sousa JP 2011. Carbofuran Effects in Soil Nematode Communities: Using Trait and Taxonomic Based Approaches. Ecotoxicology and Environmental Safety, 74: 2002-2012.
- Daramola F, Afolami S, Enikuomelin O, Omonhinmin CA, Adebayo HA 2015. Nematicidal Effects of Carbofuran and GC-MS Analysis of Its Residue in Pineapple Fruits. International Journal of Agriculture and Biology, 2: 357-362.
- Erdoğan P, Toros S 2005. The Effects of *Melia azedarach* L. Extracts on Development on Larvae of Colorado Potato Beetle [*Leptinotarsa decemlineata* Say (Col.: Chrysomelidae)]. Bitki Koruma Bülteni, 45: 99-118.
- Hagner M 2013. Potential of The Slow Pyrolysis Products Birch Tar Oil, Wood Vinegar and Biochar in Sustainable Plant Protection-Pesticidal Effects, Soil Improvement and Environmental Risks. Department of Environmental Sciences Faculty of Biological and Environmental Sciences University of Helsinki, Thesis, Finland, 42 pp.
- Johnson AV, Jaworski CA, Glaze NC, Sumner DR, Chalfant RB 1981. Effects of Film Mulch and Soil Pesticides on Nematodes, Weeds, and Yields of Vegetable Crops. Journal of Nematology, 13: 141-148.
- Kim DH, Seo HE, Lee S, Lee K 2008. Effects of Wood Vinegar Mixed with Insecticides on the Mortalities of *Nilaparvata lugens* and *Laodelphax striatellus* (Homoptera: Delphacidae). Animal Cells and Systems, 12: 47-52.
- Koc, I 2019. The Effect of Wood Vinegar Produced from Nutshells on the Soil Nematodes in Wheat Agro-Ecosystems. Fresenius Environmental Bulletin, 28: 3536-3544.
- Mu J, Uehara T, Furuno T 2003. Effect of Bamboo Vinegar on Regulation of Germination and Radicle Growth of Seed Plants. Journal of Wood Science, 49: 262-270.
- Namlı A, Akça MO, Turgay EB, Soba MR 2014. Investigation of Potential Agricultural Use of Wood Vinegar. Soil Water Journal, 3: 44-52.
- Römbke J, Schmelz RM, Knabe S 2009. Field Studies for the Assessment of Pesticides with Soil Mesofauna, in Particular Enchytraeids, Mites and Nematodes: Design and First Results. Soil Organisms, 81: 237-264.
- Soltani A, Louati H, Hanachi A, Ben Salem F, Essid N, Aissa P, Mahmoudi E, Beyrem H 2012. Impacts of Permethrin Contamination on Nematode Density and Diversity: A Microcosm Study on Benthic Meiofauna from a Mediterranean Coastal Lagoon. Biologia, 67: 377-383.
- Southey JF 1986. Extract of Meloidogyne Egg Masses. In: Southey JF (ed) Laboratory Methods for Work with Plants and Soil Nematodes. HMSO, London. 42-44 pp.
- Tiryaki O, Canhilal R, Horuz S 2010. The Use of Pesticides and Their Risks. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26: 154-169.
- Whitehead AG, Hemming JR 1965. A Comparison of Some Quantitative Methods of Extracting Small Vermiform Nematodes from Soil. Annals of Applied Biology, 55: 25-38.
- Winer BJ, Brown DR, Michels KM 1971. Statistical Principles in Experimental Design. Vol. 2. McGraw-Hill, New York. 1048 pp.
- Yardim EN 1996. The Impacts of Chemical Management of Pests, Diseases and Weeds on

- Invertebrates in Tomato Agroecosystems. The Ohio State University, Thesis, USA, 175 pp.
- Yardim EN, Edwards CA 1998. The Effects of Chemical Pest, Disease and Weed Management Practices on the Trophic Structure of Nematode Populations in Tomato Agroecosystems. *Applied Soil Ecology*, 7: 137-147.
- Yarsan E, Çevik A 2007. Biopesticides for Vector Control. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 64: 61-70.
- Yeates GW 1971. Feeding Types and Feeding Groups in Plant and Soil Nematodes. *Pedobiologia*, 8: 173-79.
- Yeates GW, Bongers TD, De Goede RGM, Freckman DW, Georgieva SS 1993. Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera-an Outline for Soil Ecologists. *Journal of nematology*, 25: 315.
- Yin AL 2008. Isolation and Characterization of Antioxidant Compounds from Pyroligneous Acid of *Rhizophora apiculata*. Sains University, Thesis, Malaysia, 239 pp.

## Overexpression of cytochrome P450 CYP6CM1 gene in *Bemisia tabaci* (Gennadius) in the cotton fields of the Çukurova Region, Turkey

Selçuk ULUSOY

Biyolojik Mücadele Arş. Enst. Müdr. Köprülü Mh. Kışla Cd. P.K.:01321 Yüreğir/Adana

<https://orcid.org/0000-0002-2278-8471>

✉: selcukby@gmail.com

### ABSTRACT

In Cukurova region, neonicotinoid group insecticides are widely used in cotton cultivation areas for controlling *B. tabaci*; as a result of this use, there is a problem of resistance in these areas. In this study, cytochrome P450 CYP6CM1 relative expression levels, which are the indicators of imidacloprid resistance, were analyzed. Five different *B. tabaci* populations were collected from Adana city cotton cultivation areas in 2018 and the indicators were observed. On the other hand, GST gene relative expression profile, which is an efficient factor in metabolic resistance, cytochrome P450, carboxylesterase (AcHE) and Glutathion S transferase (GST) enzyme activities were determined. The highest *cyp6cm1* and GST genes relative activities were determined in Meletmez population; the activity level was 18, 2 and 9 times higher than susceptible population. On the other hand, the highest and lowest cytochrome P450 enzyme activity was observed in Meletmez and Solaklı populations, respectively. According to the analyses, it can be concluded that there is extensive imidacloprid and neonicotinoid resistance of *B. tabaci* populations in Çukurova Region cotton cultivation areas. As a result, excessive gene expression and high-level enzyme activities indicate that there is a resistance in the studied area based on enforced monooxygenases activity.

### Research Article

#### Article History

Received : 16.08.2019

Accepted : 21.01.2020

#### Keywords

*Bemisia tabaci*

Cotton

Cytochrome P450

Overexpression

## Çukurova bölgesi pamuk alanlarında *Bemisia tabaci* (Gennadius)'de aşırı düzeyde sitokrom P450 CYP6CM1 gen ekspresyonu

### ÖZET

Çukurova bölgesi polikültür tarımın yapıldığı bir bölgedir. Bu bölgede pamuk ekim alanlarında *B. tabaci* mücadelesinde neonikotinoid grubu insektisitler yoğun bir şekilde kullanılmakta olup, direnç problemi ile karşılaşmaktadır. Çalışmada 2018 yılı, Adana ili pamuk alanlarından toplanmış beş farklı *B. tabaci* popülasyonunda imidacloprid dayanıklılığı göstergesi olan sitokrom P450 CYP6CM1 geni relatif ekspresyon düzeyleri incelenmiştir. Ayrıca metabolik dayanıklılıkta etkili GST geni relatif ekspresyon profili, sitokrom P450, karboksil esteraz(AcHE) ve Glutathion S transferaz (GST) enzim etkinlikleri belirlenmiştir. En yüksek relatif aktivite Meletmez popülasyonunda CYP6CM1 geni 18.2 kat ve Gst geni 9 kat daha fazla gen regülasyonu belirlenmiştir. Ayrıca en yüksek ve en düşük sitokrom P450 enzim aktivitesi meletmez ve solaklı popülasyonlarında gözlemlenmiştir. Yapılan analizlerde Çukurova bölgesi pamuk alanlarında *B. tabaci* popülasyonlarında yaygın imidacloprid ve neonikotinoid dayanıklılığı durumundan bahsedilebilir. Sonuç olarak, aşırı gen ekspresyonu ve yüksek düzeydeki enzim etkinlikleri, bölgede güçlendirilmiş monooksijenaz etkinliğine dayanan direncin varlığını ortaya koymaktadır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 16.08.2019

Kabul Tarihi : 21.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

*Bemisia tabaci*

Pamuk

Sitokrom P450

Aşırı ekspresyon

## INTRODUCTION

In Turkey, cotton is a highly important plant as it is a resource of economic contribution; the plant is used as a raw material in various textile and industrial products (Şekeroğlu et al., 1998). Approximately a total of 520.000 hectare cotton area was cultivated in 2018 in Turkey. 100.000 hectare cotton area was cultivated in Adana, Mersin and Hatay regions, which shows that the region is a very important cotton resource (Anonymus, 2019). White fly *Bemisia tabaci* is a polyphagous pest that is highly harmful especially for vegetable and cotton fields; the insect was reported for the first time in 1928 (Kaygısız, 1976; Ulusoy et al., 1996). *Bemisia tabaci* especially sucks on the leaves of cotton plants and causes honey-like formations; besides, it causes secondary infections such as fumiginate, which are formed by saprophytic fungus. On the other hand, they are carriers of more than 100 seriously harmful viruses (Moya et al., 2001; Hsieh et al., 2006). All these cause important yield and quality loss in cotton cultivation. The most effective and common *Bemisia tabaci* biotypes are *Bemisia tabaci* B and Q (De Barro et al., 2011).

The use of insecticides has become more common (neonicotinoids) as they are easy to use and economic for controlling *Bemisia tabaci*. Besides, different levels of resistances to insecticides (organophosphate, carbamate, pyrethroid and neonicotinoids) are reported in various countries (Ahmad et al., 2003; Wang et al., 2007; Sparks et al., 2015). Neonicotinoids are efficiently used in controlling coleoptera, diptera and lepidoptera families, especially aphid and white fly; on the other hand, they have high market share. Because of the common and unconscious use, different levels of resistances are reported in the Mediterranean Region and in different parts of the world (Nauen et al., 2002, Nauen et al., 2008; Jeschke et al., 2011, Ulusoy et al., 2018, Satar et al., 2018). It is reported that in Adana cotton cultivation areas, there is 100 times higher resistance to imidacloprid in *B. tabaci* at a specific location when compared to the susceptible population (Satar et al., 2018). It is reported that there are 200 times higher imidacloprid and thiametoxam resistance in *Aphis gossypii* in different cotton cultivation areas of the same region (Ulusoy et al., 2018). Resistance mechanism results from the decrease in sensitivity level of organisms against xenobiotics because of the reinforced metabolic enzyme activities and mutations in target proteins (Nauen, 2007). Various enzymes such as Esterase, Glutathione S Transferase (GSTs) and Cytochrome P450, which are included in multi-gene family, are efficient in the xenobiotic detoxification process of living organisms. This activity is closely related with the transcription level of genes at cellular extent (Field et al., 1999; Bass & Field, 2011). In the previous studies, it is reported that there is an increase in P450 (Cyp6cm1) and

glutathione S-transferase (GST) enzyme genes relative activities in *B. tabaci* populations that are resistant to neonicotinoid and organic phosphate insecticides (Puinean et al., 2010; Qiong et al., 2012; Liang et al., 2014; Yang et al., 2014). P450 (encoded as CYP genes) enzyme group is a super family with multi-gene structure; they actively take part in a wide range of processes such as metabolization of internal and external components, growth, development, nutrition and detoxification of xenobiotics (Scott et al., 1999; Feyereisen, 2005). Reinforced p450 activities in imidacloprid resistant *B. tabaci* individuals are observed through different methods. Firstly, it is proven those imidacloprid individuals' resistance decreases when they are exposed to p450 inhibitors (Nauen et al., 2002). Secondly, it is determined that there is a close correlation between resistance and monooxygenase activity; this is proven with 7-ethoxycoumarin-O-deethylase enzyme reactions (Rauch & Nauen, 2003). Finally, it is presented through in-vivo studies, <sup>14</sup>C tests that there are 5-hydroxy-imidacloprid end-products as a result of oxidative degradation in imidacloprid resistant species; it is observed that p450 efficiency is important in resistance (Rauch & Nauen, 2003).

In their study, Karunker et al., 2008 determined that in DNA based resistance scanning methods, CYP6CM1 gene regulation level is one of the main indicators of imidacloprid resistant *B. tabaci* individuals. On the other hand, during imidacloprid resistant *B. tabaci* individuals RNA interference studies, it is observed that as a result of the P450 CYP6CM1 gene regulation decrease or suspension processes, *B. tabaci* B and Q biotypes detoxification processes declines and death rate increases (Li et al, 2014). In addition to these, it is proven that *E. coli* bacteria recombinant enzymes with *B. tabaci* CYP6CM1 gene clones quickly detoxify imidacloprid molecules (Karunker et al., 2009; Roditakis et al., 2011). Çukurova is one of the most important areas in Mediterranean Region, Turkey as it is a land of polyculture; unfortunately, insecticides are unconsciously and commonly used, which is an important problem for the region. It is reported that there is neonicotinoid resistance in *A. gossypii* and *Bemisia tabaci* in cotton cultivation areas of the region (Ulusoy et al., 2018, Satar et al., 2018). The imidacloprid resistance in *Bemisia tabaci* is carried out only on the basis of the samples collected from cotton cultivation areas, which is why it is limited and there is no other study about the resistance.

For this purpose, DNA based P450 CYP6CM1 gene relative activity and Glutathione S transferase (GST) gene relative activity levels, which are strong indicators of neonicotinoid resistance of *Bemisia tabaci* on different cotton cultivation locations in Adana, are determined. On the other hand, carboxylesterase (CE), Glutathione S transferase (GST),

p450 enzyme activities which have roles in metabolic resistance to insecticides, are analyzed. In the study, five different *Bemisia tabaci* populations were collected from Adana cotton cultivation areas (Eastern Mediterranean) in 2018. They were compared to susceptible *Bemisia tabaci* individuals which had been cultivated without any pesticides for ten years in Adana Biological Control Research Institute.

## MATERIAL METHOD

*Bemisia tabaci* individuals were collected from Adana, Turkey, during July-August 2018; five different locations with intense cotton production were selected for collection (Solaklı, Meletmez, Sirkeli, Yeniköynazımbey, Çevretepe) (Figure 1). Population was used directly for analysis. Susceptible *Bemisia tabaci* populations cultured in Adana Biological Control Research Institute for ten years were chosen as reference. One-way ANOVA and Duncan's multiple range test have been done by IBM SPSS Statistics 23.



Figure 1. Locations of *Bemisia tabaci* collected in Cukurova Region, Adana, Turkey.

Şekil 1. Türkiye, Adana ili Çukurova bölgesinden toplanmış *Bemisia tabaci* örnekleri lokasyonları

## Determining *Bemisia tabaci* biotypes

*B. tabaci* populations total nucleic acid were extracted by using a Thermo Scientific purification kit. After that, the total DNA quality and quantities were measured by nano-drops. According to Bel-Kadhi, 2008; Bt-23F, 5'-CGGAGCTTGCGCCTTAGTC-3' and Bt-23R, 5'-GGCTTTATCATAGCTCTCGT-3' RAPD primers were used for determining *B. tabaci* biotypes. In the classical PCR process, there were one cycle of 5 min at 94 °C, 40 cycles of 1 min at 94 °C, annealing 1 min at 55 °C, 1 min at 72 °C and final extension 10 min 72 °C.

## Determining Carboxylesterase activity

30 individuals of *B. tabaci* were homogenized in Tris HCl buffer (0.05 M, pH 7.5), the homogenate was centrifuged as 10000 g at 4 °C for 25 min, and the supernatant was used as an enzyme source. 125 µl substrate mixture (4 mg Fast Blue RR salt ve 10 mg α-NA (α-naftil asetat), pH 6.0 Na-P buffer) and 75 µl enzyme were added to the microplate cells and the reaction was started. Reading was carried out in a microplate reader at 450 nm and 27 °C for 7 min (Multiscan Go ). The control cells were read without adding the homogenate. The enzyme readings were made with 3 replications and the activity levels were determined by comparison to the controls (Wang et al., 2009).

## Determining glutathione S transferase activity

The method by Ulusoy et al., 2018 was modified and used to determine activity. 50 *B. tabaci* individuals were homogenized in a 500 µl Tris HCL buffer (0.05 M, pH: 7.5) by a homogenizer, the homogenate was centrifuged at 11000 g at 4 °C for 7 min, and the supernatant was used as an enzyme source. 100 µl 0.4 mM 1-chloro-2,4-dinitrobenzene (CDNB), 100 µl 4 mM reduced glutathione (GSH) and 100 µl enzyme were added to the microplate cells and the reaction was started. Reading was carried out in a microplate reader at 340 nm and 25 °C for 10 min. The control cells were read without adding the homogenate. The enzyme readings were made with 3 replications and the activity levels were determined by comparison to the controls. Changes in absorbance per minute were converted into nM CDNB conjugated/min/mg protein using the extinction coefficient of the resulting 2,4-dinitrophenyl-glutathione (Habig et al., 1974).

## Determining cytochrome p450 monooxygenase activity

Cytochrome p450 activity was measured based on the method describe by Ulusoy et al., 2018. 50 *B. tabaci* individuals were homogenized in a Na - phosphate buffer (0.1 M pH: 7.5), the homogenate was centrifuged as 10000 g at 4 °C for 10 min, and the supernatant was used as an enzyme source. 90 µl of enzyme and 100 µl 2 mM of p-nitroanisole (substrate) were mixed and left for 3-4 min at 34 °C. Then, 10 µl 9.6 mM of nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH) was added to this mixture, the resulting mixture was put into the microplate cells, and measurements were made at 40 s intervals for 20 min at 405 nm and 25 °C. The control cells were read without adding the homogenate. The enzyme readings were made with 3 replications and the activity levels were determined by comparison to the controls. The specific enzyme activity was determined using the extinction coefficient of p-nitrophenol (Kranthi, 2005).

All enzymes protein quantities were calculated according to Bradford (1976) with OD values

determined.

### ***B. tabaci* total RNA extraction and Real-Time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)**

*B. tabaci* individuals were frozen at -80 °C, 100 of the individuals were homogenized, and their total RNAs were extracted by using a Thermo Scientific RNA purification kit. After the extraction, the total RNA amounts were measured by nano-drops, and equal concentrations of 75 ng/µl each were diluted by a TE buffer.

In the real-time PCR (RT-PCR) analysis, the relative activity of the cytochrome P450s enzyme CYP6CM1 (cytochrome P450 CYP6cm1) and GST (Glutathione S-transferase gene) genes were determined by examining the expression levels. CYP6CM1 gene specific; CYP6CM1-F-5'-GCC ATC GGT GAT AAA GGA GA-3', CYP6CM1-R-5'-AAC TCG GTT TCC TCA TCG TG-3', (NCBI Accession No: GQ214539) primers and GST gene specific; GSTs-F-5'-GTG GAG GAA AAA CAC CCT CA-3', GSTs-R-5'-AGT CGG TTT TTG GCC TCT TT-3', (NCBI Accession No: EU723684) primers were used in RT-PCR (Karunker et al, 2008; Li et al., 2014). As the housekeeping gene, this study used the EF1α elongation factor1-alpha gene that was proven to be more stable than others, forward EF1α-F-5'-GAT GGC ACG GAG ACA ATA TG-3' and reverse EF1α-R-5'-TTG TCA GTG GGT CTG CTA GG-3' (Liang, et al., 2014).

In the classical PCR experiment, the primers were tested and proven to work by using a Thermo Scientific One-Step RT-PCR kit. In the classical PCR process, there were one cycle of 15 min at 50 °C, one cycle of 2 min at 95 °C, 40 cycles of 20 s at 95 °C, waiting time of 30 s at 60 °C and another 1min at 72 °C.

The real-time PCR process was carried out with 3 replications for each gene in each population by using a Thermo Scientific One-Step qRT-PCR kit, the Ct values were determined, and these values are taken into analysis by taking the average of 3 replications. In order to confirm the specificity of the real-time reactions, a melting curve cycle was applied. The same temperature table was used in the RT-PCR process. The melting curve program included a cycle of 30 s at 95 °C, a cycle of 10 s at 60 °C and a waiting time of 10 s at 60 °C.

The relative activity levels of the CYP6CM1 and GST genes were determined by making  $\Delta\Delta Ct$  calculations based on the reference population by taking the average of the obtained Ct values (Livak & Schmittgen, 2001).

### **RESULT and DISCUSSION**

Since its discovery in 1991, imidacloprid resistance in *B. tabaci* was firstly observed in Southern Spain and it has rapidly increased since that time (Cahill et al., 1996, Sparks & Nauen, 2015). In Turkey, the first

imidacloprid resistances in *B. tabaci* and *A. gossypii* pests were observed in 2009 and 2016 (Satar et al., 2018, Ulusoy et al., 2018)(table 2). At the end of PCR reactions of the study, which are made for *B. tabaci* biotype discrimination, it was determined that the population used in the study is B biotype (figure 2).

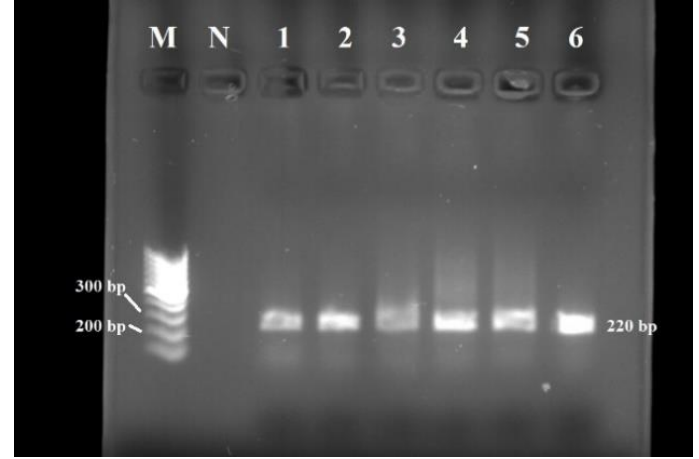


Figure 2. *B. tabaci* RAPD-PCR agarose gel electrophoresis photograph. M: 100 bp ladder, N: Negative control, 1: Çevretepe, 2: meletmez, 3: sirkenli, 4: Solaklı, 5: Yeniköynazımbey 6: hassas. All PCR products 220 bp.

Şekil 2. *B. tabaci* RAPD-PCR agaroz jel elektroforez görüntüsü. M: 100 bp işaretçi, N: Negatif kontrol, 1: Çevretepe, 2: meletmez, 3: sirkenli, 4: Solaklı, 5: Yeniköynazımbey 6: hassas. Bütün PCR ürünleri 220 bp (baz çifti) bulunmuştur.

When CYP6CM1 expression levels of the samples were observed, it was seen that there was a higher change (when compared to the sensitive population) varying from 7 to 18.2 times (Figure 3). It is found that the highest expression level was in Meletmez population (18.2 times higher than the sensitive population) (Figure 3).

Karunker et al., 2008, collected B and Q type *B. tabaci* from different parts of the world. At the end of the analysis process, they reported that only imidacloprid resistant populations have higher CYP6CM1 gene expression when compared to susceptible population (17 times). On the other hand, it is proven that through imidacloprid resistance *B. tabaci* RNA interference studies, it is possible to stop or slow down P450 CYP6CM1 gene regulation, which decreases imidacloprid resistance (Li et al., 2014).

When the previous studies in the same region were analyzed, it was seen that there are reports showing that while there is 230 times imidacloprid resistance in *A. gossypii* (in six different locations) there is up to 95 times imidacloprid resistance in *B. tabaci* (in one location) (Table 1).

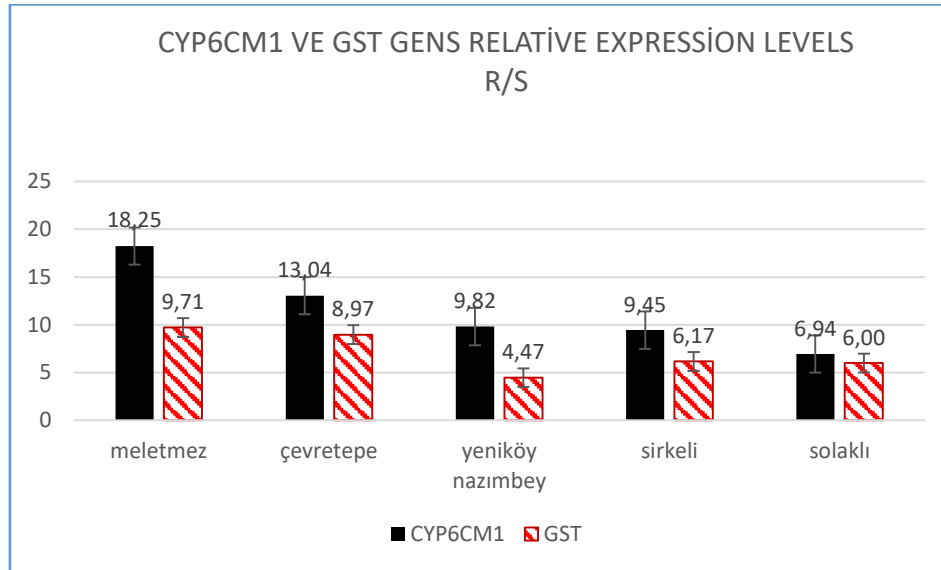


Figure 3. Cytochrome P450 CYP6CM1 and GST gens relative expression levels of *Bemisia tabaci* populations (R/S: Resistant population/susceptible population)

Şekil 3. *Bemisia tabaci* sitokrom P450 CYP6CM1 ve GST genleri relatif ekspresyon düzeyleri (R/S: dirençli popuasyon/hassas popülasyon)

Table 1. Imidacloprid resistant insects sp. Cotton fields in Cukurova region in Adana, Turkey. a:Ulusoy et al, 2018; b:Satar et al., 2018

Tablo 1. Türkiye, Adana ili Çukurova bölgesinde pamuk alanlarında imidacloprid dirençli böcekler. a:Ulusoy et al, 2018; b:Satar et al., 2018

| İnsect spp.  | Imidacloprid LC50 (mg L <sup>-1</sup> ) | Resistant Factor (Dirençlilik düzeyi) | Location (Lokasyon)   |
|--|---|---------------------------------------|---|
| <i>Aphis gossypii</i> <sup>a</sup><br>(collected 2016)<br>(2016 yılında toplanmış) | 17.7                                    | 206.55                                | Six location cotton fields in Cukurova (Çukurova bölgesinden toplanmış altı lokasyon) |
| <i>Bemisia tabaci</i> <sup>b</sup><br>(collected 2009)<br>(2009 yılında toplanmış) | 56.9                                    | 93.4                                  | One location in Cukurova (Çukurova bölgesinden toplanmış tek lokasyon)                |

In line with these results, the high level of CYP6CM1 expression (18 times) in the study population indicates that imidacloprid resistance in cotton fields is high. Populations in the study have high p450 enzyme activities, which is in parallel with the CYP6CM1

expression levels. The highest level of p450 enzyme activity was observed in Meletmez population (3.24 M min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup> protein) which was in line with the CYP6CM1 gene expression level (Table 2).

Table 2. Carboxyle esterase (CE), glutathione S-transferase (GST), cytochrome P450 monooxygenase enzyme activities of resistant and susceptible populations

Tablo 2. Dirençli ve hassas popülasyonların karboksilesteraz (CE), glutatyon-S-transferaz (GST), sitokrom P450 monooksijenaz enzim aktivitesi düzeyleri

| Populations     | CE (M min <sup>-1</sup> mg <sup>-1</sup> protein) | Gst (M min <sup>-1</sup> mg <sup>-1</sup> protein) | p450 (M min <sup>-1</sup> mg <sup>-1</sup> protein) |
|-----------------|---|--|---|
| çevretepe       | 7.50 ± 0.71c                                      | 73.64 ± 1.16bc                                     | 3.07 ± 0.41bc                                       |
| meletmez        | 12.05 ± 0.74cd                                    | 87.86 ± 0.86bc                                     | 3.24 ± 0.51d  |
| sirkenli        | 8.01 ± 0.99bc                                     | 68.48 ± 1.23b                                      | 0.10 ± 0.12ab                                       |
| solaklı         | 5.15 ± 0.97b                                      | 57.00 ± 1.22b                                      | 0.08 ± 0.15cd                                       |
| yeniköynazımbey | 8.47 ± 0.68d                                      | 45.00 ± 1.05d                                      | 2.02 ± 0.22bcd                                      |
| susceptible     | 3.56 ± 0.40a                                      | 23.00 ± 0.95a                                      | 0.04 ± 0.12a  |

a, b, c, d, e – Duncan's multiple range test (p < 0.05)

a, b, c, d, e – Duncan çoklu karşılaştırma testi (p < 0.05)

When carboxyl esterase and GST enzyme activities were analyzed, it was seen that the highest levels of both enzymes were in Meletmez population (CarE:12 and GST: 87.8 M min<sup>-1</sup> mg<sup>-1</sup> protein). When compared to the sensitive population, Meletmez had four times higher enzyme activity.

According to the previous studies in the literature, general esterase and GST activities can be high in populations that are resistant to organophosphate, carbamate, pyrethroid group insecticides (Devonshire & Moores, 1982; Hemmingway&Georghiou, 1984; Rauch & Nauen, 2003; Yang et al, 2014). Different types of insecticides are commonly used in Çukurova Region which is a poly-culture agricultural production area (vegetables, fruits, cotton etc.). Although different agricultural products are cultivated in the region, agricultural lands are almost within one another. As *B. tabaci* is a polyphagous species and frequently exposed to insecticides with different mechanisms such as organophosphate, carbamate, pyrethroid and neonicotinoid, it is unavoidable for it to have high carboxylesterase and GST activities.

As a result of the study, it can be said that, there was a common imidacloprid resistance in *B. tabaci* populations in Adana cotton cultivation areas in 2018; the previous studies and CYP6CM1 gene over-expression criteria support this finding. On the other hand, it is possible to claim that there is a metabolic resistance in the populations resulting from the common use of insecticide. According to these findings, it is important to review and manage the insecticide control of *B. tabaci* in Çukurova region cotton cultivation areas; it is also crucial to develop more efficient and different control strategies in order to cope with the resistance in the region.

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### REFERENCES

- Ahmad M, Arif M I, Denholm I 2003. High resistance of field populations of the cotton aphid *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) to pyrethroid insecticides in Pakistan. *Journal of Economic Entomology* 96: 875-878.
- Anonymous 2019. Türkiye istatistik kurumu, 26.03.2019. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Bass C, Field L M 2011. Gene amplification and insecticide resistance. *Pest Management Science* 67 (8): 886-890.
- Bel-Kadhi M S 2008. Molecular characterization of *Bemisia tabaci* biotypes in Southern Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 3(2): 79-85.
- Bradford M M 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72:248-254.
- Cahill M, Gorman K, Day S, Denholm I, Elbert A, Nauen R 1996. Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bull. Entomol. Res.* 86, 343-349.
- De Barro P J, Liu S S, Boykin L M, Dinsdale A B 2011. *Bemisia tabaci*: a statement of species status, *Annual Review Entomology*. 56: 1-19.
- Devonshire A L, Moores G D 1982. A carboxylesterase with broad substrate specificity causes organophosphorus, carbamate and pyrethroid resistance in peach-potato aphids (*Myzus persicae*). *Pesticide Biochemistry Physiology*, 18: 235-246.
- Feyereisen R 2005. Insect Cytochrome P450. *Comprehensive Molecular Insect Science: Biochemistry and Molecular Biology*. Gilbert L.I., Iatrou K. and G. S.S. Amsterdam, Elsevier. 4: 1-77.
- Field L M, Blackman R L, Tyler-Smith C, Devonshire A L 1999. Relationship between amount of esterase and gene copy number in insecticide resistant *Myzus persicae* (Sulzer). *Biochemical Journal*, 339 (3): 737-742.
- Habig, W. H; Pabst, M. J and Jacoby, W. B. (1974). Glutathione S-transferases: the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *J. Biol. Chem.*,249:7130-7139.
- Hemmingway J, Georghiou G P 1984. Differential suppression of organophosphorus resistance in *Culex quinquefasciatus* by the synergists IBP, DEF, and TPP. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 21 (1): 1-9.
- Hsieh C, Wang C, Ko C 2006. Analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera ) species complex and distribution in Eastern Asia based on mitochondrial DNA markers. *Entomological Society of America*, 1: 768- 775.
- Karunker I, Moroub E, Nikoub D, Nauen R, Sertchook R, Stevenson B J, Paine M J I, Morin S, Vontas J 2009. Structural model and functional characterization of the *Bemisia tabaci* *CYP6CM1vQ*, a cytochrome P450 associated with high levels of imidacloprid resistance. *Insect Biochemical. Molecular Biology*. 39:697-706.
- Jeschke P, Nauen R, Schindler M, Elbert A 2011. Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 59: 2897-2908.
- Kaygısız H 1976. Akdeniz Bölgesi Pamuklarında Zarar Yapan Beyazsinek (*Bemisia tabaci* Genn.)'nin Tanınması, Biyolojisi, Yayılış Alanları, Zararı, Konukçuları ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar. Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Adana Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Araştırma Eserleri Serisi No : 45, 58.



- Kranthi K R 2005. Insecticide Resistance -Monitoring, Mechanisms and Management Manual. Central Institute for Cotton Research, Nagpur, 153: 75-77.
- Karunker I, Benting J, Lueke B, Ponge T, Nauen R, Rodikatis E, Vontas J, Gorman K, Denholm I, Morin S 2008. Over-expression of cytochrome P450 CYP6CM1 is associated with high resistance to imidacloprid in the B and Q biotypes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 38:634– 644.
- Li j, Li X, Bai R, Shi Y, Tang Q, An S, Song Q, Yan F 2014. RNA interference of the P450 *CYP6CM1* gene has different efficacy in B and Q biotypes of *Bemisia tabaci*. DOI 10.1002/ps.3903.
- Liang P, Guo Y, Zhou X, Gao X 2014. Expression Profiling in *Bemisia tabaci* under Insecticide Treatment: Indicating the Necessity for Custom Reference Gene Selection.. *PLoS ONE* 9(1): e87514. doi:10.1371/journal.pone.0087514.
- Livak K J, Schmittgen T D 2001. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2<sup>-ΔΔC[T]</sup> method]. *Methods*, 25:402-408.
- Moya A, Guirao P, Cifuentes D, Beitia F, Cenis J L 2001. Genetic diversity of Iberian populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) based on random amplified polymorphic DNA-polymerase chain reaction. *Molecular Ecology*, 10(4): 891–897.
- Nauen R, Stumpf N, Elbert A, 2002. Toxicological and mechanistic studies on neonicotinoid cross resistance in Q type *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae).- *Pest Management Science*, 58 (9): 868-875.
- Nauen R 2007. Insecticide resistance in disease vectors of public health importance. *Pest Manag. Sci.* 63: 628-633.
- Nauen R, Jeschke P, Copping L 2008. In Focus: Neonicotinoid insecticides Editorial. *Pest Management Science* 64 (11): 1081-1081.
- Puinean A M, Foster S P, Oliphant L, Denholm I, Field L M, Millar N S, Williamson M S, Bass C 2010. Amplification of a Cytochrome P450 Gene Is Associated with Resistance to Neonicotinoid Insecticides in the Aphid *Myzus persicae*. *PLoS Genet* 6(6): e1000999. doi:10.1371/journal.pgen.1000999.
- Qiong R, Yong-hua X, Chen L, Hong-yu Z, Jones C M, Devine G J, Gorman K, Denholm I 2012. Characterisation of Neonicotinoid and Pymetrozine Resistance in Strains of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from China. *Journal of Integrative Agriculture* . 11(2): 321-326.
- Rauch N, Nauen R 2003. Identification of biochemical markers linked to neonicotinoid cross resistance in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*. 54(4): 165-176.
- Roditakis E, Morou E, Tsagkarakou A, Riga M, Nauen M, Paine M, Morin S, Vontas J 2011. Assessment of the *Bemisia tabaci CYP6CM1vQ* transcript and protein levels in laboratory and field-derived imidacloprid-resistant insects and cross-metabolism potential of the recombinant enzyme. *Insect Science* 18(1): 23–29.
- Satar G, Ulusoy R M, Nauen R, Dong K 2018. Neonicotinoid insecticide resistance among populations of *Bemisia tabaci* in the Mediterranean region of Turkey. *Bulletin of Insectology* 71 (2): 171-177.
- Scott J G 1999. Cytochromes P450 and insecticide resistance. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 29: 757–777.
- Sparks T C, Nauen R 2015. IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 121 (2015) 122–128.
- Şekeroğlu E, Karut K, Yıldız S, Kazak C 1998. Spatial distribution of preimaginal *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton. *Proceedings of the World Cotton Research Conference 2, Athens, Greece* pp. 644-647.
- Ulusoy M R, Sarı A, Can C, Uygun N 1996. Pamuk beyazsineği, *Bemisia tabaci* (Gennadius)'nin farklı kültür bitkileri üzerindeki gelişmesinin saptanması, 186- 191. Türkiye 3. Entomoloji Kongresi (24-28 Eylül 1996, Ankara) Bildirileri, 716 s.
- Ulusoy S, Atakan E, Dinçer S 2018. Neonicotinoid resistance of *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) in cotton fields of Çukurova Region, Turkey. *Turkish Entomology*, 42 (1): 23-31.
- Wang K I, Guo Q L, Xia X M, Wang H Y, Liu T X 2007. Resistance of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) to selected insecticides on cotton from five cotton production regions in Shandong, China. *Journal of Pesticide Science*, 32 (4): 372-378.
- Wang Z, Yao M, Wu Y 2009. Cross-resistance, inheritance and biochemical mechanisms of imidacloprid resistance in B-biotype *Bemisia tabaci*. *Pest Management Science*, 65 (11):1189-94.
- Yang X, He C, Xie W, Liu Y, Xia J, Yang Z, Guo L, Wen Y, Wang S, Wu Q, Yang F, Zhou X, Zhang Y 2014. Glutathione S-transferases are involved in thiamethoxam resistance in the field whitefly *Bemisia tabaci* Q (Hemiptera: Aleyrodidae). doi: 10.1016/j.pestbp.2016.04.003



## Diyarbakır İlinde Yetişen Badem Ağaçlarından Endofit ve Epifit Bakteri Türlerinin İzolasyonu ve Bitki Gelişimini Teşvik Eden Mekanizmalarının Karakterizasyonu

Zekiye Ceren AKTAN<sup>1</sup>, Soner SOYLU<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 21110 Sur- DİYARBAKIR, <sup>2</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü 31034 Antakya-HATAY

\*<https://orcid.org/0000-0003-1031-8314>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-1002-8958>

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

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, sağlıklı badem ağaçlarından izole edilen bitki gelişimini teşvik eden endofit ve epifit bakteri (PGPB) türlerin tanımlanması ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının belirlemektir. MALDI-TOF tanımlama analizleri sonucu, 19 izolat Gram-negatif *Serratia*, *Pseudomonas*, *Ochrobactrum* ve *Enterobacter*, 26 izolat ise Gram-pozitif *Bacillus* ve *Arthrobacter* cinsine dahil türler olarak teşhis edilmiştir. Test edilen izolatlardan, 46 izolat siderofor, 45 izolat amonyak üretiminde pozitif, 35 izolat ise fosforu değişen oranlarda çözebilme yeteneğinde olurken, bakterilerin tamamı 5.48-127.81 µg/ml konsantrasyon aralığında IAA üretmişlerdir. *Pseudomonas* spp and *Enterobacter cloacae* izolatları siderofor, *Serratia marcescens* izolatları fosforu çözme, *Enterobacter cloacae* izolatları IAA üretme, *Bacillus* spp ise amonyak üretme etkinliğinin yüksek düzeylerde olduğu görülmüştür. Aynı türe bağlı endofit bakteri izolatları epifit bakteri izolatlarına kıyasla bu mekanizmaları daha düşük düzeyde teşvik ettiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar yüksek düzeyde siderofor, amonyak, IAA üretimi ile fosfor çözme gibi bitki gelişimini teşvik edici özellikleri sahip PGPB izolatlarının ekonomik öneme sahip kültür bitkilerin yetiştiriciliğinde biyolojik gübre olarak kullanılmada potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 09.10.2019

Kabul Tarihi : 06.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

Badem  
Biyolojik Mücadele  
Bitki Gelişimini Teşvik Eden  
Bakteri (PGPB)  
Biyogübre

## Prevalence and Characterization of Plant Growth Promoting Mechanisms of Endophytic and Epiphytic Bacterial Species Isolated from Almond Trees Growing in Diyarbakır Province of Turkey

### ABSTRACT

The aims of this study were to identify endophytic and epiphytic plant growth promoting bacteria (PGPB) from healthy almond trees and to characterize plant growth promoting mechanisms. By using MALDI-TOF analyses, 19 Gram-negative isolates, belonging to *Serratia*, *Pseudomonas*, *Ochrobactrum* and *Enterobacter* genus and 26 Gram-positive isolates, belonging to *Bacillus* and *Arthrobacter* genus were identified. Among the tested bacterial isolates, 46 isolates were positive for siderophore production, 45 isolates for ammonium production, 35 isolates solubilized phosphorus varying ratios, and all isolates produced IAA between 5.48-127.81 µg/ml concentrations. Isolates of *Pseudomonas* spp and *Enterobacter cloacae* were found highly effective for siderophore production, *S. marcescens* for solubilisation of phosphorus, *E. cloacae* for IAA production, *Bacillus* spp for ammonia production. Bacterial isolates tested showed significant differences in siderophore, ammonia and IAA production and phosphorus solubilisation efficiency. It was found that the efficacies of endophytic bacterial isolates were lower compared to the same species of epiphytic bacterial isolates. Overall results suggest that use of the most efficient PGPB isolates have an excellent potential to be used as biofertilizer for cultivation of economically important crops.

### Research Article

#### Article History

Received : 09.10.2019

Accepted : 06.02.2020

#### Keywords

Almond  
Biological control  
Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB)  
Bio-fertiliser

**To Cite** : 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. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.659802

## GİRİŞ

Dünya kabuklu meyve üretiminde önemli bir yeri olan badem (*Prunus dulcis* L.) yetiştiriciliği Türkiye’de giderek yaygınlaşmaktadır. Dünya genelinde 2017 yılında 1.925.887 Ha alanda toplam 2.239.697 ton badem üretimi yapılmıştır. Dünya’da badem üretiminde Türkiye 34.050 ha alanda 90.000 ton üretim miktarı ile ABD, İspanya, Fas, ve İran’dan sonra 5. sırada yer almıştır (Anonymous, 2017). Başlangıçta sadece Ege, Akdeniz ve Doğu Anadolu bölgeleri ile sınırlı kalan badem yetiştiriciliği, son yıllarda diğer bölgelerde de yeni bahçelerin tesis edilmesi sonucunda Türkiye’deki ekim alanları genişlemiştir. Güç şartlara adaptasyon yeteneğinin olması ve pazardaki yüksek talep, badem yetiştiriciliğini cazip hale getirmektedir. Son yıllarda, özellikle GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) bölgesinde badem fidanlıklarının arttığı gözlenmektedir.

Badem verimi ve kalitesi kuraklık, don, dolu, tuzluluk gibi abiyotik faktörlerin yanısıra hastalık, zararlı ve yabancı otlar gibi biyotik faktörler tarafından oldukça etkilenir. Ürün verimi ve kalitesinin artırılmasında yoğun azot, fosfor ve potasyum içerikli fenni gübreleme programı kullanılırken, ekonomik olarak ciddi kayıplara neden olan hastalık, zararlı ve yabancı otların mücadelesinde yaygın olarak fungusit, insektisit ve herbisit gibi pestisitler kullanılmaktadır. Son yıllarda tüketicinin bilinçlenmesi ve tarım alanlarında kullanılan yoğun pestisit uygulamalarının çevreyi ve doğal dengeyi tehdit etmesi, gelişmiş ülkelerde pestisit uygulamalarına sınır getirilmesi gibi nedenler bilim insanlarını bitki gelişimini teşvik eden, hastalıklarla mücadelede etkili, çevre dostu, yenilenebilir yeni stratejilerinin araştırılma gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bitkilerde hastalıklarla alternatif mücadele yollarından biride hastalık etmenlere karşı yararlı biyolojik mücadele ajanı (BCA) veya bitki gelişimini teşvik eden (PGB) mikroorganizmaların (=fungus, bakteriyel, viral mikroorganizmalara verilen genel ad) kullanılmasıdır. Doğada bitki köklerin etrafında, kompost topraklarında, farklı bitki organlarının üzerinde veya dokuların içerisinde doğal olarak yaşayan, bitkilerde hastalık oluşturmeyen mikroorganizmaların değişik formülasyon ve uygulama şekillerinde kullanıldığı bitkilerde gelişmeyi teşvik ettiği gibi hastalıklar tarafından neden olunan zararı en düşük düzeye indirmede önemli katkı sağlıyorlar (Tjamos ve ark., 2010; Wang ve ark., 2010; Nega, 2014).

Biyolojik mücadelede ve bitki gelişimini teşvik eden yararlı bakteriyel mikroorganizmalar (BCA ve PGPB) bitkide buldukları yere göre **endofit** ve **epifit** olmak üzere iki şekilde isimlendirilirler. Endofitik bakteriler

yüzey dezenfeksiyonu yapılmış bitki dokularının iç dokularından izole edilen, uygulama yapıldığı bitkilere herhangi bir zarar vermeyen bakteriler olarak tanımlanır (Santoyo ve ark., 2016; Sülü ve ark., 2016). Epifitik bakteriler doğrudan bitki yüzeyinden veya bitkinin toprak altı organların hemen yanındaki topraklardan ve kök yüzeylerinden izole edilen, endofitik bakterilerde olduğu gibi uygulama yapıldığı bitkilere herhangi bir zarar vermeyen yararlı bakteriler olarak tanımlanır (Hallmann ve ark., 1997; Ahemad ve Kibret, 2014). Gerek epifit gerekse endofit orijinli BCA ve PGPB izolatları bitki gelişimini teşvik etmede ve hastalıklarının gelişimi engellemede doğrudan veya dolaylı olmak suretiyle iki şekilde etkide bulunur (Arora ve ark., 2012; Bhardwaj ve ark., 2014; Saranraj ve ark., 2013; Gupta ve ark., 2015; Soylu ve ark., 2020). Epifit ve endofit karakterdeki BCA ve PGPB izolatlar, bitki gelişimini “doğrudan” teşvik etmede azot fiksasyonu, çözünemeyen veya bitkinin alabileceği formlarda olmayan bitki besin maddelerinin bitkinin alabileceği formlara dönüştürmesi (minerilazasyonu), siderofor ve amonyak (NH<sub>3</sub>) üretimi, karbon kaynağı açısından rekabet ve bitkisel hormonların (IAA, oksin, sitokin, etilen, giberellik asit vb.) teşvik edilmesi gibi mekanizmaları kullanırlar. PGPB için “doğrudan” etki olarak kabul edilen bu mekanizmalar, antagonist bakteriler için “dolaylı” engelleme mekanizmaları olarak kabul edilir. PGPB türleri farklı konukçu-patojen ilişkilerinin irdelendiği çalışmalarda bakteri türleri tarafından üretilen hidrojen siyanür (HCN), amonyak (NH<sub>3</sub>), uçucu antimikrobiyal etkili bileşikler, hidrolitik enzimler (glukanaz, kitinaz, proteaz vb) gibi bileşiklerin üretilmelerinin yanısıra, bitkilerde hastalık etmenlerine karşı dayanaklılığın teşvik edilmesi dolaylı engelleme mekanizmaları olarak bildirilmiştir (Lugtenberg ve Kamilova, 2009; Tariq ve ark., 2014; Leong, 1986; Fravel, 1988; Weller, 1988; Wei ve ark., 1996; Saranraj ve ark., 2013; Santoyo ve ark., 2016). Bu tür mekanizmalardan bir veya birkaçına sahip olan mikroorganizmaların hastalıklarla mücadelede “biyolojik preparat” ve/veya bitki gelişimini teşvik etmede ise “biyolojik gübre” olarak preparatları geliştirilerek pazara sunulmaktadır. Biyolojik preparat geliştirmenin en önemli adımlarından biri biyolojik mücadele etmeni mikroorganizmaların (mikroorganizmaların) doğadan izolasyonu ve bunların bitki gelişimini teşvik etmede rol oynayan olası bazı mekanizmalarının araştırılmasıdır.

Yapılan bu çalışmada, Diyarbakır ilinin önemli badem yetiştiriciliği yapılan alanlarındaki sağlıklı badem bitkilerin kök, kök boğazı ve gövdelerin yüzey ve içsel dokularından elde edilen farklı türlere ait endofitik ve

epifitik bakteri izolatlarının (i) izolasyonu, (ii) teşhisi, (iii) bitki gelişimini teşvik eden olası bazı etki mekanizmaları *in vitro* koşullarda araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Bakteriyel İzolatların İzolasyonu

Çalışmalarda kullanılan epifitik ve endofitik bakteri izolatları Diyarbakır ili genelinde badem yetiştiriciliği yapılan bahçelerdeki sağlıklı badem fidan, ağaç ve çöğürlerinin kök, kökboğazı ve gövdelerinden elde edilmiştir.

Epifit bakterilerin izolasyonu; ayrı ayrı kodlanmış sağlıklı bitki kökleri ıslak çamur olmayan topraktan alındıktan sonra, kök boğazı ve gövde parçacıkları 1-2 cm boyunda kesildikten sonra dezenfeksiyon amaçlı herhangi bir ön yıkama işlemine tabi tutulmadan doğrudan steril 0.05 mM MgCl<sub>2</sub> tampon çözeltisi içine konulmuş ve 30 dk. 200 rpm ortibal çalkalayıcı içerisinde çalkalamaya bırakılmıştır. Daha sonra buradan alınan süspansiyonlar seri olarak sulandırıldıktan sonra yarı seçici King's B Agar (KB), ve genel besi yerlerinden Nutrient Agar (NA) ve Trypic Soybean Agar (TSA) besi yerlerine bagetle yayılmıştır. Diğer yandan sağlıklı bitkilerin kök ve gövdeleri herhangi bir yıkama yapılmadan doğrudan besi yerleri üzerine ekimler yapılarak epifit bakteri izolatları elde edilmiştir.

Endofit bakterilerin izolasyonu; araziden alınan bitki örnekleri (kök, kök boğazı ve gövdelerden alınan dokular) ayrı ayrı kodlandıktan sonra, ilk aşamada akan temiz çeşme suyu altında iyice yıkanmış ve ardından 3 dk. %70'lik etil alkolde, 2 dk. %2'lik sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletildikten sonra tekrar %70'lik etil alkolde daldırılmıştır. Alkol ile muamele edilmiş örneklerden alkolü uzaklaştırmak için örnekler 5 kez steril su ile yıkanarak yüzey dezenfeksiyonu aşaması tamamlanmıştır. Yüzey dezenfeksiyonu yapılmış kök, kök boğazı ve gövdelerden alınan örnekler daha sonra steril 0.05 mM MgCl<sub>2</sub> tampon çözeltisi içinde steril havan içerisinde iyice ezildikten sonra 5 dk. beklenmiştir. Daha sonra buradan alınan süspansiyon seri olarak sulandırıldıktan sonra KB ve NA besi yerlerine bagetle yayılmıştır. Yüzey dezenfeksiyonunun etkili olduğunu kontrol etmek amacı ile dokuların ezilmeden önce kullanılan son yıkama suyundan 100 µl alınarak NA besi yerine steril baget ile yayılmıştır.

Her iki yöntemlerle elde edilen petri kapları 26 °C'de 2 gün inkübasyona bırakılarak bakteri gelişimi kontrol edilmiştir. Farklı seçici ve genel besi yerlerinde gelişen bitki örneğini/ağacı/bölgeyi/ temsil edecek sayıda morfolojik olarak birbirinden farklı görülen bakteri kolonileri daha sonra teşhis ve çalışmalarda kullanılmak üzere uygun besi yerleri üzerinde saflaştırılmıştır.

Her bir izolat, rutin çalışmalar için uygun besi yeri içeren petri kabında (6 cm) veya eğik Agarda +4 °C de kısa süreli veya steril %40 lık steril Gliserol içeren Cryo Eppendorf tüpler içerisinde -80 °C de saklanmıştır.

### Tütünde Aşırı Duyarlılık (HR= Hypersensitive Reaction) ve Patates Yumuşak Çürüklük Testi

Elde edilen tüm aday epifit ve endofit bakterileri bitki patojeni olup olmadığını belirlemek amacı ile tütün bitkisinde aşırı duyarlılık (HR) testine tabi tutulmuştur. NA besiyerinde 24-48 saat geliştirilen aday bakteri izolatları ve Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Kültür Koleksiyon Merkezinden sağlanan ve tanılaması yapılmış bitki patojeni izolat (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* Psp 12 izolatu) kültürlerinin steril 0.05 mM MgCl<sub>2</sub> tampon çözeltisi içinde 10<sup>8</sup> hücre/ml yoğunluğunda hazırlanan süspansiyonları steril bir enjektör yardımıyla genç tütün (*Nicotiana tobaccum*) yaprağının (8 haftalık) damar aralarına alt yüzeyinden enjekte edilmiştir. İnokulasyon her bakteri izolatı bir damar arasına gelecek şekilde ve izolatlar arasında bir damar boşluk bırakılmak suretiyle yapılmıştır. İnokulasyondan 24-48 saat sonra inokule edilen alanlarda oluşan nekrotik görünüm pozitif (test edilen izolatın bitki patojeni olduğunu gösterir) olarak kabul edilmiştir (Lelliot ve Stead, 1987).

Tütünde HR oluşturmeyen aday bakteri izolatları daha sonra patates dilimi üzerinde yumuşak çürüklük testine tabi tutulmuştur. %3'lük NaOCl'de 1 dakika bekletilerek dezenfekte edilmiş patatesler, kabukları soyulduktan sonra steril bistürü ile ortadan ikiye kesilmiş, daha sonra tekrar steril bir bistürü ile 1 cm eninde dilimlenmiştir. Dilimler daha sonra steril ıslak filtre kâğıdı içeren steril petriler içine patates dilimleri yerleştirilmiştir. Bir öze dolusu alınan HR negatif bakteri izolatları patates dilimleri üzerine bulaştırılmıştır. Bulaştırılmış dilimlerin yer aldığı petriler 26 °C 2 günlük inkübasyona bırakılmış, daha sonra inokulasyon noktasında çürümelerin varlığı yönünden değerlendirme yapılmıştır (Lelliot ve Stead, 1987). Kontrol olarak Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Kültür Koleksiyon Merkezinden sağlanan ve *Pectobacterium caratovororum* subsp. *caratovororum* olarak tanımlanmış izolat kullanılmıştır. HR ve patates yumru çürüklük testinde negatif sonuç veren izolatların insan patojeni olup olmadıklarının belirlenmesi amacıyla petriler 37 °C 2 günlük inkübasyona bırakılmış, daha sonra izolatlar gelişme gösterip göstermeme yönünden değerlendirme yapılmıştır (Lelliot ve Stead, 1987). Gelişme göstermeyen izolatlar çalışmalarda kullanılmak üzere seçilmiştir.

### Bakteri İzolatlarının Tanınması

Tütünde HR ve patates yumuşak çürüklük testlerinin her ikisinde de negatif sonuç veren izolatların ön seçimleri için biyokimyasal (koloni rengi, koloni formu, hücre morfolojisi, gram reaksiyonu, oksidaz ve katalaz üretimi, levan oluşumu) testler yapılmıştır (Lelliott ve Stead, 1987). Biyokimyasal testlerde benzerlik gösteren izolatlardan gerekli ön seçimler yapıldıktan sonra kalan tüm izolatların kesin tür teşhisleri MALDI-TOF MS (Microflex LT; Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) ile yapılmıştır (Pavlovic ve ark., 2012; Kara ve ark., 2017a). Saf kültürden alınan ve TSA (Tryptic Soy Agar) besi yeri üzerinde 24-36 saat gelişen saf bakteri kolonisinden etanol-formik asit yöntemi ile ekstrakte edildikten sonra, her örnek noktası üzerine 1 µl HCCA Matrix ( $\alpha$ -Cyano-4-hydroxycinnamic acid) solüsyonu eklenmiş ve kuruması sağlanmıştır. Daha sonra örnekler Flex Control Software (Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) yazılımı ile izolatların spektrumları analiz edilmiş ve Mikroorganizma kütüphanesi (BIOTYPER™ 1.1 software (Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) ile eşleştirilmek suretiyle türlerin teşhisleri yapılmıştır.

### Bakteri İzolatlarının Bitki Gelişimini Teşvik Etme Mekanizmalarının Belirlenmesi

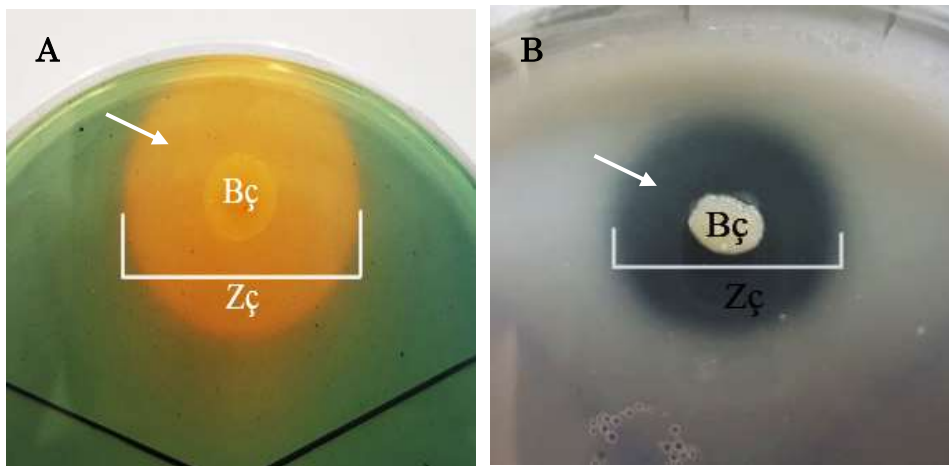
#### Bakteri İzolatlarının Siderofor Oluşturma Potansiyellerinin Belirlenmesi

Siderofor üretimi Schwyn ve Neilands (1987) tarafınca bildirilen krom azurol S (CAS) boyası içeren mavi renkli Agar besi yerleri kullanılarak belirlenmiştir. Test edilecek olan bakteri izolatların 2 günlük taze kültüründen steril kürdan ile alınan inokulum, CAS Agar ortamı üzerine nokta inokülasyonları ve petriler

26 °C'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnokulasyondan 2 gün sonra bakteri kolonisi etrafında gelişen sarı-turuncu renkte bir engelleme bölgesi (zon), siderofor üretimi için pozitif olarak kabul edilmiştir (Şekil 1A). Bakteri kolonisi etrafında oluşan zon çapını bakteri koloni çapına bölmek suretiyle her izolat için siderofor çözünürlük indeksi (S-indeksi) değerleri hesaplanmıştır (Vazquez ve ark., 2000). Her bakteri izolatu için ölçümler 3 farklı petri kabında yapılmış, deneme 2 farklı zamanda tekrar edilmiştir. Bitki patojeni *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* Psp12 izolatu da denemelere pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.

#### Bakteri İzolatlarının Fosfor Çözme Potansiyellerinin Belirlenmesi

Aday bakteri izolatlarının fosforu çözme etkinliği, tri kalsiyum fosfat içeren Pikovskaya Agar (PVK) besi yeri içeren petrilerde belirlenmiştir (Kumar ve ark., 2012). Test edilecek olan bakteri izolatların 2 günlük taze kültüründen steril kürdan ile alınan bakteri inokulumu, PVK Agar ortamı üzerine nokta inokülasyonları yapılmış ve petriler 26 °C'de 7 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnokulasyondan 7 gün sonra bakteri kolonisi etrafında gelişen şeffaf zon (engelleme bölgesi), fosfor çözme etkinliği için pozitif olarak kabul edilmiştir (Şekil 1B). Bakteri kolonisi etrafında oluşan zon çapının bakteri koloni çapına bölmek suretiyle her izolat için fosfor çözünürlük indeksi (F-indeksi) değerleri hesaplanmıştır (Vazquez ve ark., 2000). Her bakteri izolatu için ölçümler 3 farklı petri kabında yapılmış, deneme 2 farklı zamanda tekrar edilmiştir. Bitki patojeni *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* Psp12 izolatu da denemelere pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.



Şekil 1. Epifit ve endofit bakterilerin (A) siderofor üretme ve (B) fosforu çözme özelliklerinin (ok) belirlenmesi. Siderofor ve fosfor çözme indeks değerleri engelleme zon çapının (Zç) bakteri koloni çapına (Bç) oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

Figure 1. Determination of siderophore production (A) and phosphate solubilisation (B) by epiphytic and endophytic bacterial isolates. Siderophore and phosphate solubilisation indices were calculated by proportioning the inhibition zone diameter (Zç) to the bacterial colony diameter (Bç).

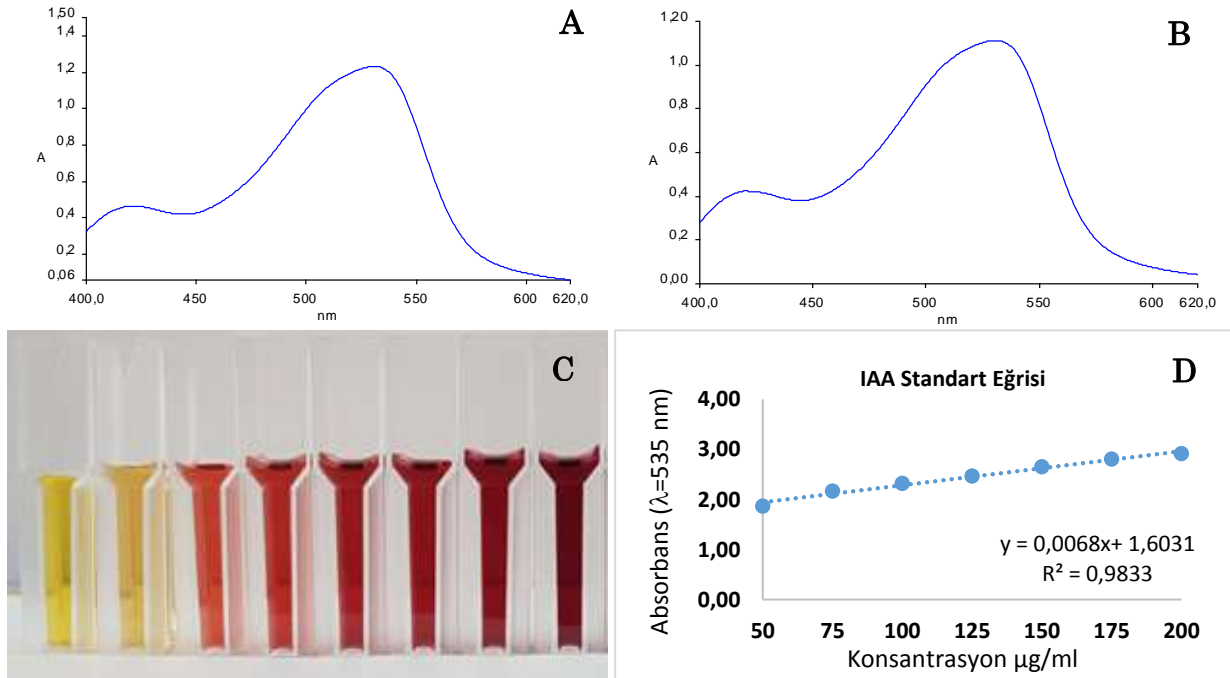
### Bakteri İzolatlarının İndol Asetik Asit (IAA) Üretme Potansiyellerinin Belirlenmesi

Aday bakteri izolatlarının IAA üretme potansiyelleri Salkowski yöntemi kullanılmak suretiyle belirlenmiştir (Glickman ve Dessaux, 1995). Bakteri izolatının 2 günlük taze kültürlerinden hazırlanan  $10^8$  hücre/ml konsantrasyondaki bakteri süspansiyondan 500 µl alınarak içerisinde L-tryptophan (3 mg/ml) içeren 5 ml steril LB besi yeri konulmuştur. L-tryptophan içermeyen besi yeri kontrol uygulama olarak değerlendirilmiştir. İzole edildikleri bölge, bitki kısmı, izole edildiği yer (epifit-endofit) ve bakteri türlerini temsil edecek şekilde seçilmiş bakteri izolatları ile bulaştırılmış sıvı besi yeri içeren tüpler 30 °C'de 200 rpm'e ayarlı inkübatörlü orbital çalkalayıcıda 4 gün inkübasyona bırakılmıştır. Sıvı besi yerinde gelişen bakteriler 5000 rpm'de 30 dk. santrifüj yapıldıktan sonra üstte kalan supernatant'dan 1 ml alınarak steril eppendorf tüplere aktarılmış ve üzerlerine 2 damla (yaklaşık 40 µl) fosforik asit ilave edilmiştir. Hazırlanan bu karışımın tamamı daha sonra içerisinde 4 ml Salkowski çözeltisi (150 ml %98'lik  $H_2SO_4$ , 250 ml distile  $H_2O$ , 7.5 ml of 0.5 M  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ) bulunan steril cam tüplere aktarılmış ve 25 °C'de karanlık ortamda 30 dk. inkübasyona bırakılmıştır. IAA üretimi tüplerdeki besi yeri renginin açık sarıdan kırmızı-pembe rengе dönüşmesiyle belirginleşmiştir (Şekil 2C).

Oluşan IAA miktarı 535 nm dalga boyuna ayarlı UV-vis spektrofotometre (Perkin Elmer, Lamda 25, USA) kullanılarak kantitatif olarak belirlenmiştir (Patten ve Glick, 2002). Elde edilen absorbans değerleri bilinen IAA (Merck, Darmstadt, Germany) çözeltisi ile hazırlanan IAA konsantrasyon standart eğrisiyle karşılaştırılmak suretiyle gerçek değerlere (ppm (=µg/ml) düzeyinde) dönüştürülmüştür (Şekil 2D). Bitki patojeni *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* Psp12 izolatı da denemelere pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.

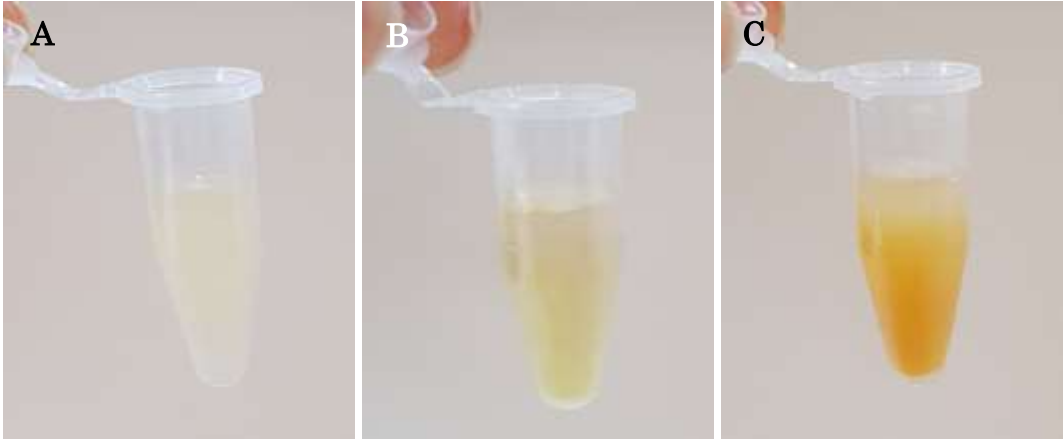
### Bakteri İzolatlarının Amonyak ( $NH_3$ ) Üretme Potansiyellerinin Belirlenmesi

Aday bakteri izolatlarının amonyak ( $NH_3$ ) oluşturma potansiyelleri Nessler's çözeltisi ile belirlenmiştir (Cappuccino ve Sherman, 1992). Test edilecek olan bakteri izolatların 2 günlük taze kültüründen steril kürdan ile alınan bakteri inokulumu, içerisinde steril 5 ml peptonlu su içeren cam tüplere aşılanmıştır. Bakteri ile bulaştırılmış tüpler 26 °C'de 150 rpm'e ayarlı inkübatörlü orbital çalkalayıcıda 4 gün inkübasyona bırakılmıştır. Sıvı besi yerinde gelişen bakteriler üzerlerine 250 µl Nessler's çözeltisi ilave edilmiştir. Besi yeri içerisinde bakterilerce oluşturulan amonyak üretimi tüplerdeki besi yeri renginin açık sarıdan kahverengi-koyu sarı rengе dönüşmesiyle belirginleşmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Bakteriye izolatlar tarafından besi yerinde IAA oluşturulması. (A) Saf IAA spektrumu, (B) Bakteri tarafından üretilen IAA spektrumu, (C) Farklı konsantrasyonlardan elde edilen ve IAA miktarının belirlenmesinde kullanılan IAA standartlarının renk değişimi, (D) farklı konsantrasyonların spektrum değerlerinden elde edilen IAA standart eğrisi ve regresyon denklemi

Figure 2. Production of IAA in nutrient media by bacterial isolates. (A) Typical spectra of pure IAA, (B) spectra of IAA produced by bacterial isolate, (C) colour of different concentration of pure IAA used for calibration, (D) Calibration curve and regression formula of standard IAA



Şekil 3. Bakteriye izolatlar tarafından besi yerinde amonyak oluşturulması. (A) Kontrol, (B) Amonyak üretmeyen bakteri, (C) Amonyak üreten bakteri

Figure 3. Production of ammonia in nutrient media by bacterial isolates. (A) Control, (B) bacterial isolate which fail to produce ammonia, (C) Production of ammonia by bacterial isolate

### Deneme Deseni ve İstatistik Analizler

Tüm *in vitro* denemeleri tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş olup, her bakteri izolatu için ölçümler 3 farklı petri kabında/besi yerinde yapılmış, deneme 2 farklı zamanda tekrar edilmiştir. Elde edilen verilere SPSS istatistik programı (SPSS Statistics 17.0) kullanılarak tek yönlü ANOVA ile varyans analizi yapılmış ve izolatlar arasındaki farklılık Tukey HSD Testi ile tespit edilmiştir ( $P \leq 0.05$ ).

### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### Sağlıklı Ağaçlardan Epifitik ve Endofit Bakterilerin İzolasyonu ve Tanınması

Sağlıklı badem ağaçlarının toprak altı (kök, kök boğazı ve köklere yakın topraklardan) ve toprak üstü (kök boğazına yakın gövde) aksamlarından bölgeyi, konukçu bitki kısmı ve izole edildiği petriyi temsil edecek şekilde farklı morfolojik görünümü 9 adeti AEN (Almond ENdofit) olarak kodlanan endofit (%9.27), 88 adeti ise AEP (Almond EPifit) olarak kodlanan epifit (%90.73) olmak üzere toplam 97 bakteri izolatu elde edilmiştir. Bu izolatlar bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarını belirleme testlerine alınmadan önce bitki patojeni olup olmadığını belirlemek amacıyla tütün yapraklarında HR ve patates dilimlerinde yumuşak çürüklük testlerine tabi tutulmuş ve her iki testte negatif sonuç veren 62 izolatın MALDI-TOF analiz yöntemi ile tanınması yapılmıştır. Yapılan MALDI-TOF analizleri sonucu toplam 58 izolat tür düzeyinde belirlenmiştir. Tür düzeyinde teşhisi yapılan 58 izolat arasında yer alan ve *Staphylococcus* spp, *Klebsiella* spp., *Escherichia coli*, *Enterobacter* spp, *Bordetella petrii* olarak teşhis edilen 12 adet farklı türlere ait izolatların literatürlerde insan patojeni olması nedeni ile denemelerden çıkartılmış ve geri kalan 46 izolat türleri ile çalışılmaya karar verilmiştir.

Tür düzeyinde teşhisi yapılan ve denemelerde

kullanılan 46 izolata ait tanılama sonuçları Çizelge 1 de sunulmuştur. En fazla sıklıkta elde edilen bakteriler 26 adet ile farklı *Bacillus* cinsine bağlı türler olduğu bunu sırası ile 8 izolatla *Serratia*, 5 izolatla *Ochrobactrum*, 4 izolatla *Pseudomonas*, 2 izolatla *Enterobacter* ve 1 izolatla *Arthrobacter* cinsleri takip etmiştir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi tür düzeyinde teşhisi yapılan 46 izolatın 19 adeti Gram-negatif (toplam izolatın %41.3), 27 adeti ise Gram-pozitif (toplam izolatın %48.7) bakteri türleri olarak belirlenmiştir. Elde edilen izolatlardan 26 izolat farklı *Bacillus* spp. ait olup, en fazla elde edilen türlerin 8'er izolat ile *Bacillus subtilis* ssp *subtilis*, *Bacillus mojavensis* ve *Serratia marcescens* olduğu, bu türleri sırayla 3'er izolatla, *Bacillus vallismortis*, *Bacillus megaterium*, *Ochrobactrum antropi*, 2'şer izolatla *Bacillus cereus*, 1'er izolat ile *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus pumilis*, *Enterobacter cloacae* ssp *dissolvens*, *Enterobacter cloacae* ssp *cloacae*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas monteilii*, *Pseudomonas chlororaphis* ssp *aurantiaca*, *Ochrobactrum intermedium*, *Ochrobactrum tritici* izolatları izlemiştir. Söz konusu 46 izolat arasında endofit olarak izole edilen 6 farklı tür arasında, 5 türün (*Serratia marcescens*, *Enterobacter cloacae*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus vallismortis* ve *Bacillus megaterium*) hem epifit hemde endofit izolatları olduğu, *Bacillus pumilis* ise epifit olarak elde edilen türler arasında bulunmadığı görülmektedir. Endofit bakteri izolatlarının bulunduğu cinsler aynı zamanda rizosferde epifit olarak bulunan bakteri izolatların yer aldığı cinslerdir. Bu nedenle endofit bakterilerin bir şekilde rizosfer kökenli bakterilerin alt populasyon grubu olabileceği değerlendirilmektedir (Marquez-Santacruz ve ark., 2010). Doğada yer alan sağlıklı bitkilerin kök ve toprak bölgesi (rizosfer), toprak üstüaksamları (filosfer) ve doku içleri (endosphere) Proteobacteria, Firmicutes ve Actinobakteri şubesine

Çizelge 1. Sağlıklı badem ağaçlarının farklı kısımlarından elde edilen endofit (**AEN**) ve epifit (**AEP**) antagonist bakteri izolatların MALDI-TOF analizleri ile tanılanması

Table 1. Identification of endophytic (**AEN**) and epiphytic (**AEP**) bacterial isolates obtained from different parts of healthy almond trees by MALDI-TOF analysis

| İzolot Adı   | MALDI-TOF Benzerlik İndex | Gram Reak. | İEBK |
|--|---------------------------|------------|------|
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> AEP1                           | 2.13                      | -          | G    |
| <i>Bacillus cereus</i> AEP2                                  | 2.11                      | +          | K    |
| <i>Bacillus subtilis subtilis</i> AEP3                       | 2.02                      | +          | K    |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP4                              | 2.10                      | +          | G    |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP5                              | 2.38                      | -          | K    |
| <i>Bacillus subtilis</i> ssp <i>subtilis</i> AEP11           | 2.05                      | +          | K    |
| <i>Bacillus mojavensis</i> <b>AEN13</b>                      | 2.11                      | +          | G    |
| <i>Ochrobactrum tritici</i> AEP14                            | 2.09                      | -          | K    |
| <i>Enterobacter cloacae</i> ssp <i>dissolvens</i> AEP15      | 2.41                      | -          | G    |
| <i>Bacillus cereus</i> AEP16                                 | 2.07                      | +          | G    |
| <i>Bacillus subtilis</i> AEP18                               | 2.07                      | +          | K    |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP19                             | 2.22                      | -          | K    |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP20                             | 2.33                      | +          | G    |
| <i>Serratia marcescens</i> <b>AEN22</b>                      | 2.33                      | -          | K    |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP24                             | 2.33                      | +          | G    |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP26                             | 1.96                      | +          | K    |
| <i>Enterobacter cloacae</i> ssp <i>cloacae</i> <b>AEN27</b>  | 2.23                      | -          | K    |
| <i>Bacillus subtilis</i> AEP28                               | 1.97                      | +          | K    |
| <i>Bacillus pumilus</i> <b>AEN29</b>                         | 2.24                      | +          | K    |
| <i>Ochrobactrum anthropi</i> AEP31                           | 2.35                      | -          | G    |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP32                             | 2.03                      | +          | K    |
| <i>Bacillus megaterium</i> AEP33                             | 2.27                      | +          | K    |
| <i>Bacillus thuringiensis</i> AEP34                          | 2.04                      | +          | K    |
| <i>Serratia marcescens</i> <b>AEN38</b>                      | 2.31                      | -          | K    |
| <i>Pseudomonas putida</i> AEP57                              | 2.33                      | -          | G    |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP59                             | 2.37                      | -          | G    |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP60                             | 2.41                      | -          | K    |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP66                             | 2.40                      | -          | K    |
| <i>Ochrobactrum anthropi</i> AEP67                           | 2.38                      | -          | G    |
| <i>Bacillus megaterium</i> <b>AEN72</b>                      | 2.26                      | +          | G    |
| <i>Bacillus megaterium</i> AEP75                             | 2.34                      | +          | G    |
| <i>Arthrobacter oxydans</i> AEP81                            | 2.10                      | +          | G    |
| <i>Bacillus vallismortis</i> AEP82                           | 2.03                      | +          | K    |
| <i>Ochrobactrum anthropi</i> AEP84                           | 2.50                      | -          | K    |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP85                             | 2.39                      | -          | K    |
| <i>Bacillus subtilis</i> AEP91                               | 2.06                      | +          | K    |
| <i>Pseudomonas monteilii</i> AEP93                           | 2.19                      | -          | G    |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP95                             | 2.07                      | +          | K    |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP109                            | 2.13                      | +          | K    |
| <i>Bacillus vallismortis</i> <b>AEN110</b>                   | 2.0                       | +          | G    |
| <i>Bacillus subtilis</i> AEP112                              | 2.09                      | +          | G    |
| <i>Bacillus vallismortis</i> AEP113                          | 1.92                      | +          | K    |
| <i>Bacillus subtilis subtilis</i> AEP116                     | 1.95                      | +          | K    |
| <i>Pseudomonas chlororaphis</i> ssp <i>aurantiaca</i> AEP119 | 2.34                      | -          | G    |
| <i>Ochrobactrum intermedium</i> AEP127                       | 2.18                      | -          | G    |
| <i>Bacillus subtilis</i> ssp <i>subtilis</i> AEP138          | 2.10                      | +          | K    |

İEBK (İzole Edildiği Bitki Kısım): G, gövde; K, kök-kökboğazi



ait pek çok faydalı PGPB türlerine konukçuluk yapmakta olup, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Stenotrophomonas*, *Serratia*, *Micrococcus*, *Pantoea*, *Ochrobactrum* ve *Microbacterium* cinsine dahil endofit ve epifit bakteri PGPB türleri en fazla sıklıkla rapor edilmiş türler olarak bildirilmiştir (Hallmann ve ark., 1997; Sturz ve ark., 2000; Rosenblueth ve Martínez-Romero, 2006; Marquez-Santacruz ve ark., 2010; Romero ve ark., 2014; Shi ve ark., 2014; Kara ve ark., 2017b).

### **Bakteri İzolatlarının Bitki Gelişimini Teşvik Etmede Kullandıkları Mekanizmaların Belirlenmesi**

Endofit ve epifit bakteri izolatların siderofor üretimi ve fosforu çözme etkinlikleri bu testlere özel besi yerleri üzerinde oluşturulan engelleme zonlarına göre, amonyak (NH<sub>3</sub>) üretimi özel besi yerinde oluşturulan renk değişimi şiddetine göre kalitatif olarak, indol asetik asit (IAA) üretimi ise yine özel sıvı besi yerinde oluşturulan miktarın spektrofotometrik ölçümlerine göre kantitatif olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Siderofor üretimi CAS Agar besi yeri kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 4A). Bakteri kolonisi etrafında oluşturulan engelleme bölgesi bakterilerin ürettiği hydroxamate-tip siderofor'dan dolayı indikatör boya olan krom azurol ün indirgenerek besi yeri renginin maviden sarı-turuncu renge dönüşmesine neden olmuştur (Şekil 4A). Elde edilen sonuçlar Çizelge 2 de verilmiştir. Çizelge 2'de görülebileceği gibi test edilen izolatların tamamı CAS Agar besi yerinde değişen oranlarda siderofor üretmiştir. Test edilen tüm izolatlar arasında en fazla siderofor üretimi 3.37, 3.18, 2.81 çözünürlük indeks değerleri ile sırası ile *Pseudomonas monteilii* AEP93, *Pseudomonas putida* AEP57 ve *Enterobacter cloacae* ssp *dissolvens* AEP15 izolatları tarafından oluşturulmuştur. *Bacillus* spp. arasında özellikle *Bacillus subtilis* ssp. *subtilis* izolatların yanısıra *Serratia marcescens* izolatlarında yüksek düzeyde siderofor ürettiği belirlenmiştir (Çizelge 2, Şekil 4A). İzolatlar arasında *Ochrobactrum intermedium*, *Ochrobactrum anthropi*, *Arthrobacter oxydans*, *Bacillus mojavensis*, *Bacillus pumilis* ve *Bacillus megaterium* izolatları diğer izolatlara nispeten daha düşük düzeyde siderofor oluşturmuştur (Şekil 4A). PGPB tarafından üretilen siderofor'lar bitki gelişimi üzerine doğrudan veya dolaylı yönde etkide bulunur. *Aeromonas*, *Azadirachta*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* ve *Streptomyces* sp. ait PGPB türlerince üretilen sideroforun topraktaki bağlı demiri çözerek bitkiye yararlı hale çevirip, bitkinin bundan faydalanması sonucu gelişiminin doğrudan teşvik ettiği önceden yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir (Sujatha ve Ammani, 2013; Duman ve Soylu, 2019).

### **Bakteri izolatlarının Fosfor Çözme Potansiyellerinin Belirlenmesi**

Aday bakteri izolatlarının fosfor çözme etkinliği, tri kalsiyum fosfat içeren Pikovskaya Agar (PVK) besi yeri içeren petrielerde belirlenmiştir. Bakteri kolonisi etrafında bakterilerin ürettiği enzimler sonucu tri kalsiyum fosforun çözülmesiyle şeffaf bir zon olmuştur (Şekil 4B). Çizelge 2'de de görüldüğü gibi test edilen tüm izolatlar arasında bitki patojeni *Pseudomonas syringae* pv. *phaseoli*'nin yanısıra antagonist izolatlardan *Bacillus cereus* AEP2, AEP16, *Bacillus subtilis* ssp. *subtilis* AEP11, *Ochrobactrum anthropi* AEP31, AEP67, AEP84, *Bacillus thuringiensis* AEP34, *Bacillus vallismortis* AEP82, *Arthrobacter oxydans* AEP81, *Pseudomonas chlororaphis* ssp *aurantiaca* AEP119 ve *Ochrobactrum intermedium* AEP127 izolatları besi yerinde fosforu çözme aktivitesi göstermemiştir (Çizelge 2). Test edilen tüm izolatlar arasında en fazla fosfor çözen izolatlar 3.78 ve 3.73 çözünürlük indeks değerleri ile Gram negatif *Serratia marcescens* AEP59 ve AEP60 izolatları olmuştur (Şekil 4B). Bu izolatları sırasıyla 2.89 ve 2.78 çözünürlük indeks değerleri sırasıyla *Serratia marcescens* AEP5 ve *Pseudomonas aeruginosa* AEP1 ve izolatları izlemiştir. Aynı türe ait bakteri izolatları tarafından üretilen fosfor çözünürlük indeks değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir (Çizelge 2).

### **Bakteri İzolatlarının İndole Asetik Asit (IAA) Üretme Potansiyellerinin Belirlenmesi**

Aday bakteri izolatlarının LB sıvı besi yerinde ürettiği IAA miktarı inokulasyondan 4 gün sonra standart IAA absorbans değerlerine kıyaslanmak suretiyle ppm (=µg/ml) düzeyinde belirlenmiştir (Şekil 2C,D). IAA değerlerinin ölçülmesinde zaman önemli olması nedeni ile 46 izolatın iş yükü göz önüne alındığında, bakterilerin izole edildikleri bölge, konukçusu, bitki örneği (epifit-endofit) ve türleri temsil edecek şekilde seçilmiş 28 farklı bakteri izolatı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 2 de de görülebileceği gibi test edilen tüm izolatların bitki patojeni *Pseudomonas syringae* pv. *phaseoli* dahil tamamı 5.48-127.81 µg/ml konsantrasyonları aralığında IAA üretmiştir. İzolatların geneli değerlendirildiğinde genelde Gram negatif bakteri türlerinin (*Enterobacter cloacae* ssp *dissolvens*, *Enterobacter cloacae* ssp *cloacae*, *Ochrobactrum* spp, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas putida*) gram pozitif türlere kıyasla daha yüksek konsantrasyonlarda IAA ürettiği belirlenmiştir (Çizelge 2, Şekil 5).

Çizelge 2 incelendiğinde aynı türe ait bakteri izolatları tarafından üretilen IAA konsantrasyon değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir. İzolatlar arasında en yüksek IAA üreten

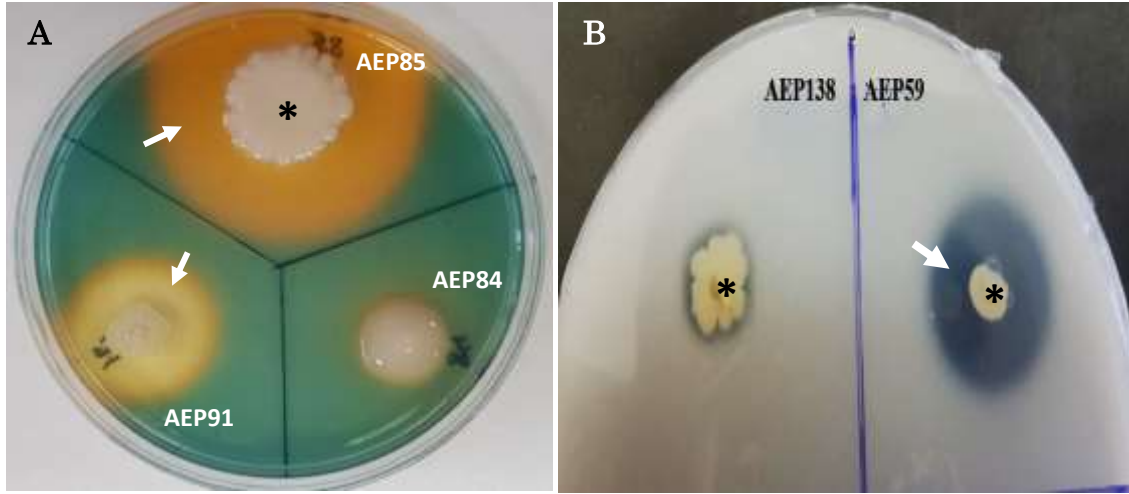
Çizelge 2. Farklı endofit ve epifit bakteri izolatların bitki gelişimini teşvik eden mekanizmaları üretme potansiyelleri<sup>a</sup>.

Table 2. Potential of different plant growth mechanisms by different endophytic and epiphytic bacterial isolates

| Bakteri İzolatları                                    | Bitki Gelişimini Teşvik Eden Mekanizmalar |                         |                 |                     |
|---|---|-------------------------|-----------------|---------------------|
|   | S-indeks                                  | F-indeks                | NH <sub>3</sub> | IAA                 |
| <i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> Psp 12     | 1.28 <sup>a-e</sup>                       | 0.00 <sup>a</sup>       | -               | 7.72 <sup>b</sup>   |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> AEP1                    | 1.68 <sup>f-l</sup>                       | <b>2.78<sup>f</sup></b> | -               | 8.61 <sup>c-f</sup> |
| <i>Bacillus cereus</i> AEP2                           | 1.91 <sup>i-o</sup>                       | 0.00 <sup>a</sup>       | +               | 10.34 <sup>gh</sup> |
| <i>Bacillus subtilis subtilis</i> AEP3                | 1.79 <sup>h-m</sup>                       | 1.24 <sup>b</sup>       | +               | nt                  |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP4                       | 1.60 <sup>e-j</sup>                       | 1.11 <sup>b</sup>       | ++              | 16.96 <sup>j</sup>  |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP5                       | 2.17 <sup>n-p</sup>                       | <b>2.89<sup>f</sup></b> | ++              | nt                  |
| <i>Bacillus subtilis ssp subtilis</i> AEP11           | 1.54 <sup>d-i</sup>                       | 0.00 <sup>a</sup>       | ++              | 7.93 <sup>b</sup>   |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEN13                      | 1.69 <sup>f-m</sup>                       | 1.16 <sup>b</sup>       | ++              | nt                  |
| <i>Ochrobactrum tritici</i> AEP14                     | 1.73 <sup>h-m</sup>                       | 1.94 <sup>de</sup>      | ++              | 69.32 <sup>p</sup>  |
| <i>Enterobacter cloacae ssp dissolvens</i> AEP15      | <b>2.81<sup>s</sup></b>                   | 1.45 <sup>bc</sup>      | ++              | 127.81 <sup>v</sup> |
| <i>Bacillus cereus</i> AEP16                          | 1.59 <sup>e-j</sup>                       | 0.00 <sup>a</sup>       | +               | 14.45 <sup>i</sup>  |
| <i>Bacillus subtilis</i> AEP18                        | 1.69 <sup>f-m</sup>                       | 1.18 <sup>b</sup>       | ++              | 5.48 <sup>a</sup>   |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP19                      | 2.21 <sup>op</sup>                        | 2.01 <sup>de</sup>      | +               | nt                  |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP20                      | 1.14 <sup>ab</sup>                        | 1.22 <sup>b</sup>       | ++              | 9.12 <sup>f</sup>   |
| <i>Serratia marcescens</i> AEN22                      | 1.85 <sup>i-o</sup>                       | 2.18 <sup>e</sup>       | +               | nt                  |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP24                      | 1.02 <sup>a</sup>                         | 1.11 <sup>b</sup>       | +               | nt                  |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP26                      | 1.33 <sup>a-f</sup>                       | 1.14 <sup>b</sup>       | +               | nt                  |
| <i>Enterobacter cloacae ssp cloacae</i> AEN27         | 2.67 <sup>rs</sup>                        | 1.36 <sup>bc</sup>      | ++              | 112.49 <sup>u</sup> |
| <i>Bacillus subtilis</i> AEP28                        | 1.53 <sup>c-i</sup>                       | 1.23 <sup>b</sup>       | +               | 10.57 <sup>h</sup>  |
| <i>Bacillus pumilus</i> AEN29                         | 1.15 <sup>ab</sup>                        | 1.13 <sup>b</sup>       | +               | nt                  |
| <i>Ochrobactrum anthropi</i> AEP31                    | 1.16 <sup>ab</sup>                        | 0.00 <sup>a</sup>       | ++              | nt                  |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP32                      | 2.38 <sup>pr</sup>                        | 1.35 <sup>bc</sup>      | +               | 9.02 <sup>f</sup>   |
| <i>Bacillus megaterium</i> AEP33                      | 1.06 <sup>a</sup>                         | 1.22 <sup>b</sup>       | +               | 27.15 <sup>k</sup>  |
| <i>Bacillus thuringiensis</i> AEP34                   | 1.23 <sup>a-e</sup>                       | 0.00 <sup>a</sup>       | ++              | 37.85 <sup>n</sup>  |
| <i>Serratia marcescens</i> AEN38                      | 2.04 <sup>l-p</sup>                       | 2.19 <sup>e</sup>       | ++              | 30.47 <sup>l</sup>  |
| <i>Pseudomonas putida</i> AEP57                       | <b>3.18<sup>t</sup></b>                   | 1.35 <sup>bc</sup>      | ++              | 33.21 <sup>m</sup>  |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP59                      | 1.87 <sup>i-o</sup>                       | <b>3.73<sup>g</sup></b> | ++              | nt                  |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP60                      | 2.05 <sup>m-p</sup>                       | <b>3.78<sup>g</sup></b> | ++              | nt                  |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP66                      | 2.00 <sup>k-o</sup>                       | 1.96 <sup>de</sup>      | ++              | 57.81 <sup>o</sup>  |
| <i>Ochrobactrum anthropi</i> AEP67                    | 1.18 <sup>a-d</sup>                       | 0.00 <sup>a</sup>       | ++              | nt                  |
| <i>Bacillus megaterium</i> AEN72                      | 1.08 <sup>ab</sup>                        | 1.10 <sup>b</sup>       | +               | nt                  |
| <i>Bacillus megaterium</i> AEP75                      | 1.07 <sup>a</sup>                         | 1.27 <sup>b</sup>       | +               | nt                  |
| <i>Arthrobacter oxydans</i> AEP81                     | 1.28 <sup>a-e</sup>                       | 0.00 <sup>a</sup>       | ++              | 90.34 <sup>t</sup>  |
| <i>Bacillus vallismortis</i> AEP82                    | 1.44 <sup>b-h</sup>                       | 0.00 <sup>a</sup>       | ++              | nt                  |
| <i>Ochrobactrum anthropi</i> AEP84                    | 1.14 <sup>ab</sup>                        | 0.00 <sup>a</sup>       | ++              | 84.02 <sup>r</sup>  |
| <i>Serratia marcescens</i> AEP85                      | 1.78 <sup>h-m</sup>                       | 2.19 <sup>e</sup>       | +++             | nt                  |
| <i>Bacillus subtilis</i> AEP91                        | 1.82 <sup>i-n</sup>                       | 1.10 <sup>b</sup>       | ++              | 8.06 <sup>bc</sup>  |
| <i>Pseudomonas monteilii</i> AEP93                    | <b>3.37<sup>t</sup></b>                   | 1.67 <sup>cd</sup>      | +++             | 10.38 <sup>gh</sup> |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP95                      | 1.82 <sup>i-n</sup>                       | 1.18 <sup>b</sup>       | ++              | nt                  |
| <i>Bacillus mojavensis</i> AEP109                     | 1.52 <sup>c-i</sup>                       | 1.26 <sup>b</sup>       | ++              | 8.30 <sup>b-e</sup> |
| <i>Bacillus vallismortis</i> AEN110                   | 1.17 <sup>a-c</sup>                       | 1.14 <sup>b</sup>       | ++              | 8.90 <sup>ef</sup>  |
| <i>Bacillus subtilis</i> AEP112                       | 1.65 <sup>f-k</sup>                       | 1.17 <sup>b</sup>       | ++              | 5.86 <sup>a</sup>   |
| <i>Bacillus vallismortis</i> AEP113                   | 1.35 <sup>a-g</sup>                       | 1.19 <sup>b</sup>       | +               | 8.81 <sup>d-f</sup> |
| <i>Bacillus subtilis subtilis</i> AEP116              | 1.45 <sup>b-h</sup>                       | 1.16 <sup>b</sup>       | +++             | 14.46 <sup>i</sup>  |
| <i>Pseudomonas chlororaphis ssp aurantiaca</i> AEP119 | 1.71 <sup>g-m</sup>                       | 0.00 <sup>a</sup>       | ++              | 8.26 <sup>b-d</sup> |
| <i>Ochrobactrum intermedium</i> AEP127                | 1.11 <sup>ab</sup>                        | 0.00 <sup>a</sup>       | ++              | 86.18 <sup>s</sup>  |
| <i>Bacillus subtilis ssp subtilis</i> AEP138          | 2.01 <sup>k-o</sup>                       | 1.24 <sup>b</sup>       | +++             | 9.81 <sup>g</sup>   |

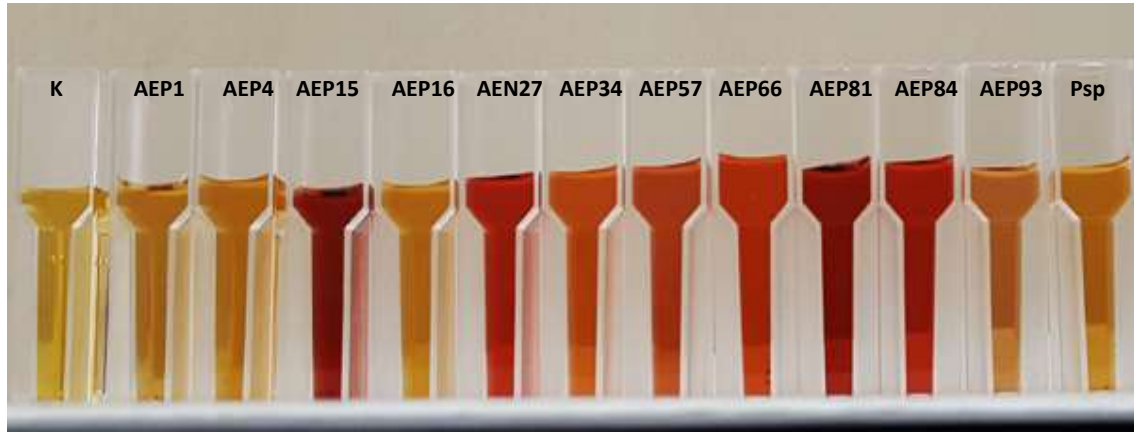
S-indeks ve F-indeks: Siderofor ve Fosfor çözünürlük indeks değerleri; NH<sub>3</sub>: Amonyak; -, renk değişimi olmadığını, +, ++, +++ ise amonyak konsantrasyonunun artışına paralel renk değişim şiddetindeki artışı gösterir. Çözünürlük index değerleri bakteri tarafından oluşturulan engelleme zon çapının bakteri koloni çapına oranlanması ile hesaplanmıştır.

Aynı sütun içinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki farklı harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak Tukey HSD Testine göre önemli olduğunu gösterir (P<0.05). **nt**: benzer izolatlar olması sebebi ile tekrar test edilmedi



Şekil 4 Farklı bakteri izolatlarının (\*) CAS besi yerinde siderofor üretme (A) ve Pikovskaya Agar (PVK) besi yerinde (B) fosforu çözme potansiyellerinin (ok) belirlenmesi

Figure 4. Determination of the (A) siderophore production on CAS Agar media and (B) phosphate solubilisation potentials (arrow) of different bacterial isolates (\*) on Pikovskaya (PVK) Agar media



Şekil 5. Farklı bakteri izolatlarının L-tryptophan içeren besi yerinde IAA üretme potansiyellerinin belirlenmesi. Besi yerinin sarı renkten kırmızı renge değişimi ortamda IAA üretimini gösterir

Figure 5. Determination of IAA production potentials by different bacterial isolates in L-tryptophan containing nutrient media. Colour changes from yellow to red colour indicate IAA production in nutrient media

ilk 3 bakteri izolatu, 127.81  $\mu\text{g/ml}$  ile Gram negatif epifit *Enterobacter cloacae* ssp *dissolvens* AEP15, 112.49  $\mu\text{g/ml}$  ile bir diğ er yakın tür Gram negatif endofit *Enterobacter cloacae* ssp *cloacae* AEN27 ve 90.34  $\mu\text{g/ml}$  Gram pozitif Epifit *Arthrobacter oxydans* AEP81 izolatları oldu ğ u belirlenmiştir (Şekil 5). *Bacillus* spp. arasında en yüksek konsantrasyonda IAA üreten ilk 5 bakteri izolatu ise 37.85  $\mu\text{g/ml}$  ile *Bacillus thuringiensis* AEP34, 27.15  $\mu\text{g/ml}$  ile *Bacillus megaterium* AEP 33 ve 16.96  $\mu\text{g/ml}$  ile *Bacillus mojavensis* AEP 4, 14.46  $\mu\text{g/ml}$  ile *Bacillus subtilis subtilis* AEP 116 ve *Bacillus cereus* AEP 81 izolatları oldu ğ u belirlenmiştir. İzolatlar arasında en düşük IAA üretimi 5.48  $\mu\text{g/ml}$  ile *Bacillus subtilis subtilis* AEP18 izolatında gözlenmiştir. Bu izolat tarafından üretilen IAA miktarı bitki patojeni *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* tarafından üretilen IAA miktarından da düşük düzeyde oldu ğ u görülmektedir.

Çalışmalarda en fazla IAA üreten *Enterobacter cloacae* ssp *dissolvens* AEP15 izolatının L-tryptophan içeren ve içermeyen besi yerinde oluşturdu ğ u IAA miktarı araştırıldığında, inokulasyondan 3 gün sonra L-tryptophan içermeyen besi yerinde oluşturdu ğ u IAA miktarı 29.76  $\mu\text{g/ml}$  iken, L-tryptophan içeren besi yerinde oluşturulan IAA konsantrasyonunun 109.09  $\mu\text{g/ml}$  düzeyinde oldu ğ u tespit edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 6).

Bu durum L-tryptophan'ın antagonist bakteriler tarafından üretilen IAA'in biyosentezinin başlatıcısı (precursor) olduğunu kanıtlamıştır. L-tryptophan içeren ve içermeyen besi yerinde bakterilerin IAA oluşturabildi ğ i önceden yapılmış çalışmalarda da bildirilmiştir (Singh ve ark., 2008; Mehta ve ark., 2010). Yapılan önceki çalışmalarda *Enterobacter cloacae* ssp *cloacae* ve *Enterobacter cloacae* ssp *dissolvens* izolatları tıbbi bitkilerden izole edilmiş ve

PGPR özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmalarda, izolatların oldukça önemli düzeyde IAA üretmelerinin yanısıra fungal hastalık etmeni *Macrophomina*

*phaseolina*'nın misel gelişimini engelleme yapmak suretiyle antagonistik etkide bulunduğu bildirilmiştir (Rani ve Reddy, 2011; Ullah ve ark., 2017).

Çizelge 3. Bakteri izolatlarınca besi yerinde IAA üretimi üzerine L- tryptophan'ın etkisi  
*Table 3. Effect of L-tryptophan on IAA production by bacterial isolates in nutrient media*

| Uygulama  | IAA (µg/ml)         |
|---|---------------------|
| <i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> Psp 12 (L- tryptophan'sız)   | 0,92 <sup>a</sup>   |
| <i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> Psp 12+ L- tryptophan        | 7,37 <sup>b</sup>   |
| <i>Enterobacter cloacae</i> ssp <i>cloacae</i> AEP15 (L-tryptophan'sız) | 29,76 <sup>c</sup>  |
| <i>Enterobacter cloacae</i> ssp <i>cloacae</i> AEP15+ L-tryptophan      | 109,09 <sup>d</sup> |

Sütun içinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki farklı harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak Tukey HSD Testine göre önemli olduğunu gösterir (P<0.05).



Şekil 6. Bakteri izolatlarınca besi yerinde IAA üretimi üzerine L- tryptophan'ın etkisi.

*Figure 7. Effect of L-tryptophan on IAA production by bacterial isolates in nutrient media*

### Bakteri İzolatlarının Amonyak (NH<sub>3</sub>) Üretme Potansiyellerinin Belirlenmesi

Aday bakteri izolatlarının uçucu bileşiklerden amonyak (NH<sub>3</sub>) oluşturma potansiyelleri peptonlu su içerisinde gelişen bakteri süspansiyonu üzerine Nessler's çözeltisi eklenmek suretiyle belirlenmiştir (Cappuccino ve Sherman, 1992). Besi yeri içerisinde bakterilerce oluşturulan amonyak üretimi tüplerdeki besi yeri renginin açık sarıdan kahverengi-koyu sarı renge dönüşmesiyle belirginleşmiştir (Şekil 2). Yapılan testlemlerde bakterilerin tüplerde oluşturduğu renk değişim şiddeti; -, renk değişimi olmadığını, +, ++, +++ ise amonyak konsantrasyonunun artışına paralel renk değişim şiddetindeki artışı göstermiştir. Deneme

sonucunda test edilen 46 izolatın yanısıra kontrol olarak bitki patojeni *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* yer almıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelgede de görüleceği gibi, izolatlar arasında AEP85, AEP93, AEP116, AEP138 izolatları yüksek düzeyde amonyak üretimi sonucunda daha şiddetle renk değişikliklerine neden olurken, *Pseudomonas aeruginosa* ve bitki patojeni *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* herhangi bir renk değişikliğine neden olmamıştır. Bu izolatlar dışında tüm izolatlar besi yerinde değişen miktarda amonyak ürettiği belirlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Farklı bakteri izolatlarının sıvı besi yerinde amonyak üretme potansiyellerinin belirlenmesi.

*Figure 7. Determination of potentials of different bacterial isolates on ammonia production in nutrient broth.*

Çalışmalarımızda izole edilen bakterilerin bitki gelişimini teşvik eden (siderofor, IAA ve amonyak üretimi, fosforu çözme etkinliği) etki mekanizmaları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bitki gelişimini teşvik etkinliğinin daha çok epifitik kökenli bakteriler tarafından etkili bir şekilde gösterildiği, aynı türe bağlı bitki içsel dokulardan elde edilen endofit bakteri izolatların etkinliğinin epifit bakteri izolatlarına kıyasla düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde aynı türe ait bakteri izolatları arasında PGP aktiviteleri arasındaki farklılıklar gözlenmiştir. Bu durumun bakteri izolatların izole edildikleri yer (epifitik veya endofitik oluşu) ve buldukları ortamdaki çevre koşullarının (yetiştigi ortamlardaki bitki besin madde içeriği ve hastalık etmenlerinin bulunuş durumu gibi) izolatların genetik çeşitliliğine etkide bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer durum önceden yapılmış farklı konukçu-patojen ilişkilerin irdelendiği birçok çalışmada da bildirilmiştir (Loper ve Schroth 1986; Krebs ve ark., 1993; Bernal ve ark., 2002; Araujo ve ark., 2005; Soylu ve ark., 2018; Duman ve Soylu, 2019).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Sağlıklı badem ağaçlarından izole edilen endofit ve epifit bakterilerce oluşturulan bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalar birlikte değerlendirildiğinde, genelde *Enterobacter cloacae* izolatların yüksek düzeyde IAA ve siderofor oluşturma yeteneğinde olduğu, *Serratia marcescens* izolatlarının siderofor ve fosfatı çözme etkinliklerinin yüksek düzeylerde seyrettiği, *Bacillus* spp ise daha çok antagonistik etkinlikte rol oynayan amonyak üretme etkinliğinin yüksek düzeylerde gerçekleştiği belirlenmiştir. Söz konusu izolatların bitki gelişimini teşvik etmelerinin yanısıra farklı bitki fungal hastalıklara karşı biyo-etkinlikleri ve etki mekanizmalarının araştırılmasına yönelik çalışmalar büyük önem arz etmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje Numarası: MKU BAP-16444).

## 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

- Ahemad M, Kibret M 2014. Mechanisms and Applications of Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Current Perspective. Journal of King Saud University-Science, 26: 1-20.
- Anonymous, 2017. FAOSTAT, World Production Quantities of Crops <http://www.fao.org> (Erişim tarihi: 16.12.2019).
- Araujo FF, Henning AA, Hungria M 2005. Phytohormones and Antibiotics Produced by *Bacillus subtilis* and Their Effects on Seed Pathogenic Fungi and on Soybean Root Development. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 21(8-9): 1639-1645.
- Arora NK, Tewari S, Singh S, Lal N, Maheshwari DK 2012. PGPR for Protection of Plant Health Under Saline Conditions. In: Maheshwari DK (ed.) Bacteria in Agrobiolgy: Stress management, pp. 239-258.
- Bernal G, Illanes A, Ciampi L 2002. Isolation and Partial Purification of a Metabolite from a Mutant Strain of *Bacillus* sp. with Antibiotic Activity Against Plant Pathogenic Agents. Electronic Journal of Biotechnology, (on line), 15 April 2002, 5 (1). Available from <http://www.ejbiotechnology.info/content/vol5/issue1/full/4/>
- Bhardwaj D, Ansari MW, Sahoo RK, Tuteja N 2014. Biofertilizers Function as Key Player in Sustainable Agriculture by Improving Soil Fertility, Plant Tolerance and Crop Productivity. Microb Cell Fact, 13: 66.
- Cappuccino JC, Sherman N 1992. In Microbiology: A laboratory Manual, Third ed. Benjamin Cummings Pub. Co, New York, pp. 125-179.
- Duman K, Soylu S 2019. Characterization of Plant Growth-Promoting Traits and Antagonistic Potentials of Endophytic Bacteria from Bean Plants Against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. Bitki Koruma Bülteni, 59 (3) : 59-69.
- Fravel DR 1988. Role of Antibiosis in the Biocontrol of Plant Disease. Annual Review of Phytopathology, 26: 75-91.
- Glickman E, Dessaux Y 1995. A Critical Evaluation of the Specificity of Salkowski Reagent for Indole Compounds Produced by Phytopathogenic Bacteria. Applied and Environmental Microbiology, 61: 793-796.
- Gupta G, Parihar SS, Ahirwar NK, Snehi SK, Singh V 2015. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Current and Future Prospects for Development of Sustainable Agriculture. Journal of Microbial and Biochemical Technology, 7: 096-102.
- Hallmann J, Quadt-Hallmann A, Mahaffee WF, Klopper JW 1997. Bacterial Endophytes in Agricultural Crops. Canadian Journal of Microbiology, 43(10): 895-914.
- Kara M, Uysal A, Sönmez E, Soylu EM, Kurt Ş, Soylu,

- S 2017a. Employment of MALDI-TOF Mass Spectrometry for identification of antagonist and plant growth promoting bacterial isolates. 3rd International Symposium for Agriculture and Food – ISAF 2017, 18-20 October 2017, Ohrid/Republic of Macedonia. p. 338.
- Kara M, Atay M, Kaya A, Soylu EM, Kurt Ş, Soylu S 2017b. Biocontrol potential and mode of action of *Serratia marcescens* against soil-borne fungal pathogens of cypress trees. 3rd International Symposium for Agriculture and Food – ISAF 2017, 18-20 October 2017, Ohrid/Republic of Macedonia. p.339.
- Kumar P, Dubey RC, Maheshwari DK 2012. *Bacillus strains* Isolated from Rhizosphere Showed Plant Growth Promoting and Antagonistic Activity against Phytopathogens. *Microbiological Research*, 167: 493–499.
- Krebs B, Junge H, Ockhardt A, Hoding B, Heubner D, Erben, U 1993. *Bacillus subtilis*: An effective Biocontrol Agent. *Pesticide Science*, 37: 427-429.
- Lelliot RA, Stead DE 1987. Methods for the Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants. (T.F. Preece, Editor). In: *Methods in Plant Pathology*, Vol 2, Blackwell Scientific Publications. pp. 176-177, Oxford.
- Leong J 1986. Siderophores: Their Biochemistry and Possible Role in the Biocontrol of Plant Pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 24: 187-209.
- Loper JE, Schroth MN 1986. Influence of Bacterial Sources of Indole-3-Acetic Acid on Root Elongation of Sugar Beet. *Phytopathology*, 76(4): 386–389.
- Lugtenberg B, Kamilova F 2009. Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria. *Annual Review of Microbiology* 63: 541-556.
- Marquez-Santacruz HA, Hernandez-Leon R, Orozco-Mosqueda MC, Velazquez-Sepulveda I, Santoyo G 2010. Diversity of Bacterial Endophytes in Roots of Mexican Husk Tomato Plants (*Physalis ixocarpa*) and Their Detection in the Rhizosphere. *Genetics and Molecular Research*, 9(4): 2372-2380.
- Mehta PS, Negi KS, Ojha SN 2010. Native Plant Genetic Resources and Traditional Foods of Uttarakhand Himalaya for Sustainable Food Security and Livelihood. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1 (1): 89–96.
- Nega A 2014. Review on Concepts in Biological Control of Plant Pathogens. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4(27): 33-54.
- Patten CL, Glick BR 2002. Role of *Pseudomonas putida* Indole Acetic Acid in Development of the Host Plant Root System. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(8): 3795-3801.
- Pavlovic M, Konrad R, Iwobi AN, Sing A, Busch U, Huber I 2012. A Dual Approach Employing MALDI-TOF MS and Real-Time PCR for Fast Species Identification Within the *Enterobacter cloacae* Complex. *FEMS Microbiology Letters*, 328: 46–53.
- Rani MU, Reddy G 2011. *Bacillus cereus* and *Enterobacter cancerogenus* Screened for Their Efficient Plant Growth Promoting Traits Rhizobacteria (PGPR) and Antagonistic Traits Among Sixteen Bacterial Isolates from Rhizospheric Soils of Pigeon Pea. *African Journal of Microbiology Research*, 5(15): 2090-2094.
- Romero FM, Marina M, Pieckenstain FL 2014. The Communities of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Leaf Endophytic Bacteria, Analyzed by 16S-ribosomal RNA Gene Pyrosequencing. *FEMS Microbiology Letters*, 351(2): 187-194.
- Rosenbluet M, Martinez-Romero E 2006. Bacterial Endophytes and Their Interactions with Hosts. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 19: 827–837.
- Santoyo G, Moreno-Hagelsieb G, Carmen Orozco-Mosqueda M, Glick BR 2016. Plant Growth-Promoting Bacterial Endophytes. *Microbiological Research*, 183: 92–99.
- Saranraj P, Sivasakthivelan P, Sakthi SS 2013. Prevalence and Production of Plant Growth Promoting Substance by *Pseudomonas fluorescens* Isolated from Paddy Rhizosphere Soil of Cuddalore District, Tamil Nadu, India. *African Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(2): 95-101.
- Schwyn B, Neilands JB 1987. Universal Chemical Assay for Detection and Determination of Siderophores. *Analytical Biochemistry*, 160: 47-56.
- Shi Y, Yang H, Zhang T, Sun J, Lou K 2014. Illumina-Based Analysis of Endophytic Bacterial Diversity and Space-Time Dynamics in Sugar Beet on The North Slope of Tianshan Mountain. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98(14): 6375-6385.
- Singh N, Pandey P, Dubey RC, Maheshwari DK 2008. Biological Control of Root Rot Fungus *Macrophomina phaseolina* and Growth Enhancement of *Pinus roxburghii* (Sarg.) by Rhizosphere Competent *Bacillus subtilis* BN1. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24: 1669-1679
- Soylu S, Kara M, Üremiş İ, Kurt Ş, Soylu EM, Uysal A 2018. Determination of Plant Growth Promoting Traits of Bacterial Endophytes Isolated and Identified from Invasive Plant Water Hyacinth *Eichhornia crassipes* in Orontes River of Turkey. 1. *International Mediterranean Symposium*, 01-03 November 2018, Mersin/Turkey. Volume 4: 65-78.
- Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş 2020. Sebzelelerde Sorun Olan Önemli Bitki Fungal Hastalık Etmenlerine Karşı Vermikomposttan İzole Edilen Mikrobiyomların *in vitro* Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (1): 7-18.
- Sturz AV, Christie BR, Nowak J 2000. Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems Of Crop Production. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 19(1): 1-30.
- Sujatha N, Ammani K 2013. Siderophore Production

- by the Isolates of Fluorescent *Pseudomonads*. International Journal of Current Research and Review, 5(20): 01-07.
- Sülü SM, Bozkurt İA, Soylu S 2016. Bitki Büyüme Düzenleyici ve Biyolojik Mücadele Etmeni Olarak Bakteriyel Endofitler. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21: 103-111.
- Tariq M, Hameed S, Yasmeen T, Zahid M 2014. Molecular Characterization and Identification of Plant Growth Promoting Endophytic Bacteria Isolated from the Root Nodules of Pea (*Pisum sativum* L.). World Journal of Microbiology and Biotechnology, 30: 719-725.
- Tjamos EC, Tjamos SE, Antoniou PP 2010. Biological Management of Plant Diseases: Highlights on Research and Application. Journal of Plant Pathology, 92: S17-S21.
- Ullah A, Mushtaq H, Fahad S, Shah A, Chaudhary HJ 2017. Plant Growth Promoting Potential of Bacterial Endophytes in Novel Association with *Olea ferruginea* and *Withania coagulans*. Microbiology, 86(1): 119-127.
- Vazquez P, Holguin G, Puente ME, Lopez-Cortes A, Bashan Y, 2000. Phosphate-Solubilizing Microorganisms Associated with The Rhizosphere of Mangroves in a Semiarid Coastal Lagoon. Biology and Fertility of Soils, 30: 460-468.
- Wang Y, Zeng Q, Zhang Z 2010. Antagonistic Bioactivity of an Endophytic Bacterium H6. African Journal of Biotechnology, 9(37): 6140-6145.
- Wei G, Kloepper JW, Tuzun S 1996. Induced Systemic Resistance to Cucumber Diseases and Increased Plant Growth by Plant-Growth Promoting Rhizobacteria Under Field Conditions. Phytopathology, 86: 221-224.
- Weller DM 1988. Biological Control of Soil Borne Plant Pathogens In The Rhizosphere with Bacteria. Annual Review of Phytopathology, 26: 379-407.

## Arazi Toplulaştırma Projelerinin Tarımsal Mekanizasyon İşletmeciliğine Etkisi

Hamza KUZU<sup>1\*</sup>, Hasan DEĞİRMENCİ<sup>2</sup>

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8585-4467> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6157-816X>

✉: hamzakuzu@ksu.edu.tr

### ÖZET

Bu araştırma; arazi toplulaştırma projelerinin tarımsal mekanizasyon işletmeciliğine etkisini belirlemek amacıyla Niğde İli Misli Ovasında gerçekleştirilen Aşlama, Çarıklı, Çayırılı, Karaatlı Köyü arazi toplulaştırma (AT) projelerinde yürütülmüştür. Basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre seçilen 96 işletmeye ait parsellerin AT öncesi ve sonrası Alan Yol Uzunluğu Uygunluğu (AYU), Alan Kuş Uçuşu Yol Uzunluğu Uygunluğu (KUYUU), yakıt tüketimi, parsel işleme süresi, parsel başı dönüş kaybı, yol zaman kaybı ve parsel sınır alan kaybı parametreleri hesaplanmıştır. Çalışmada NetCAD programı kullanılmıştır. Seçilen işletmelerde AT öncesine göre AYU ve KUYUU değerleri sırasıyla ortalama %43 ve %37 azalmıştır. Yol uzunlukları kısaldığından yakıt tüketimi ortalama %50, toplam üretim süresi %36 azalmıştır. AT sonrası parsel sınır alan kaybı ortalama %38, parsel başı dönüş kaybı %38, parsellere ulaşımında geçen süre %50, parsel işleme süresi %5 düşmüştür. İstatistiksel olarak AT öncesi ve sonrası farklar önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 23.09.2019

Kabul Tarihi : 09.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

Tarımsal mekanizasyon işletmeciliği  
Arazi toplulaştırması  
Sınır alan kaybı  
Zaman kaybı  
Yakıt tüketimi

## The Effect of Land Consolidation Projects on Agricultural Mechanization Management

### ABSTRACT

This research was conducted to determine the effects of land consolidation (LC) projects on agricultural mechanization management. In this study, LC projects of Aşlama, Çarıklı, Çayırılı and Karaatlı Village in the Misli Plain in Niğde was taken as material. According to the simple random sampling, 96 managements were selected and the pre and post LC parameters of the eligibility of area road length (AYU), the eligibility of area airline road length (KUYUU), the fuel consumption, the parcel processing time, the loss of parcel return, the loss of road time and the loss of area from parcel boundaries were calculated with the help of NetCAD program. AYU and KUYUU values of selected managements have decreased by 43% and 37% on average, respectively. Due to reducing road lengths, the fuel consumption and the total production time have decreased by 50% and by 36%, respectively. After the LC parcel boundary area losses, the end of parcel return time, the time to reach the parcels, and the parcel processing time have decreased by 38%, 38%, 50% and 5%, respectively. Differences before and after LC were statistically significant ( $P < 0.05$ ).

### Research Article

#### Article History

Received : 23.09.2019

Accepted : 09.01.2020

#### Keywords

Agricultural mechanization management  
Land consolidation  
Loss of border area  
Time loss  
Fuel consumption

**To Cite** : Kuzu H, Değirmenci H 2020. Arazi Toplulaştırma Projelerinin Tarımsal Mekanizasyon İşletmeciliğine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (3): 655-662. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.623467

### GİRİŞ

Tarımsal üretim faaliyetlerinde güç kaynakları ve gelişmiş tarım makinelerinin kullanılması tarımsal mekanizasyon olarak tanımlanmaktadır. Tarımsal mekanizasyon ile girdi maliyetleri azaltılabilir, çalışma kolaylığı, zaman ve işgücü tasarrufu, verim ve kalite artışı sağlanabilir.

Ülkemiz tarım işletmelerinde toprak yetersizliği ve toprak mülkiyetindeki dengesiz dağılım, parsellerin küçük, parçalı, dağınık ve şekilsiz olması gibi sorunlar üretim sisteminde yatırım giderlerini, işgücü ve zaman gereksinimlerini artırmaktadır (Yağanoğlu ve ark., 2000).

İşletmecilik başarısını düşüren parçalanmış, dağınık ve şekilsiz işletme parsellerinin modern tarım



işletmeciliğine uygun şekilde birleştirilip yeniden düzenlenmesi arazi toplulaştırma (AT) olarak adlandırılır (Anonim, 2015).

AT çalışmaları ile parseller mekanizasyona daha uygun olan kare ve dikdörtgen şekillere getirildiğinden ve parsellerin birleştirilmesiyle yol güzergahları kısaldığından üretim faaliyetleri sırasında oluşabilecek yakıt, zaman ve iş gücü kayıpları azalmaktadır.

Birçok araştırmacı AT projelerinin tarımsal işletmeciliğe etkisini farklı yönleriyle araştırmıştır. Kumbasaroğlu ve Dağdemir (2007), Erzurum'da 34 köyde 116 tarım işletmesini ortalama parsel büyüklüğüne göre 4 grupta incelemiş ve ortalama parsel büyüklüğü 30 dekardan fazla olan işletmelerin ekonomik açıdan daha başarılı olduğunu bildirmiştir. Çelebi (2010) Karaman'da yaptığı çalışmada, 1554 hektar alanda yapılan toplulaştırma ile yatırım maliyetlerinin %44.6 azaldığını belirlemiştir. Oğuz ve Bayramoğlu (2004), yaptıkları çalışmada, arazi toplulaştırması ile yakıt tüketiminin ortalama %12-15, çalışma süresinin %20, tohum kullanımının %21 ve gübre kullanımının %17 azaldığını bildirmişlerdir. Küsek (2014), Konya'da yaptığı çalışmada, toplulaştırma çalışmalarının işgücü giderlerini %68.75, sürüm giderlerini %27.12 ve ulaşım giderlerini %4.13 oranında azaldığını bildirmiştir. Boztoprak (2010), Kayseri ilinde yaptığı çalışmasında toplulaştırma ile parsel sınır alan kayıplarının %22.26, toprak işleme süresinin %72.52, yol süresinin

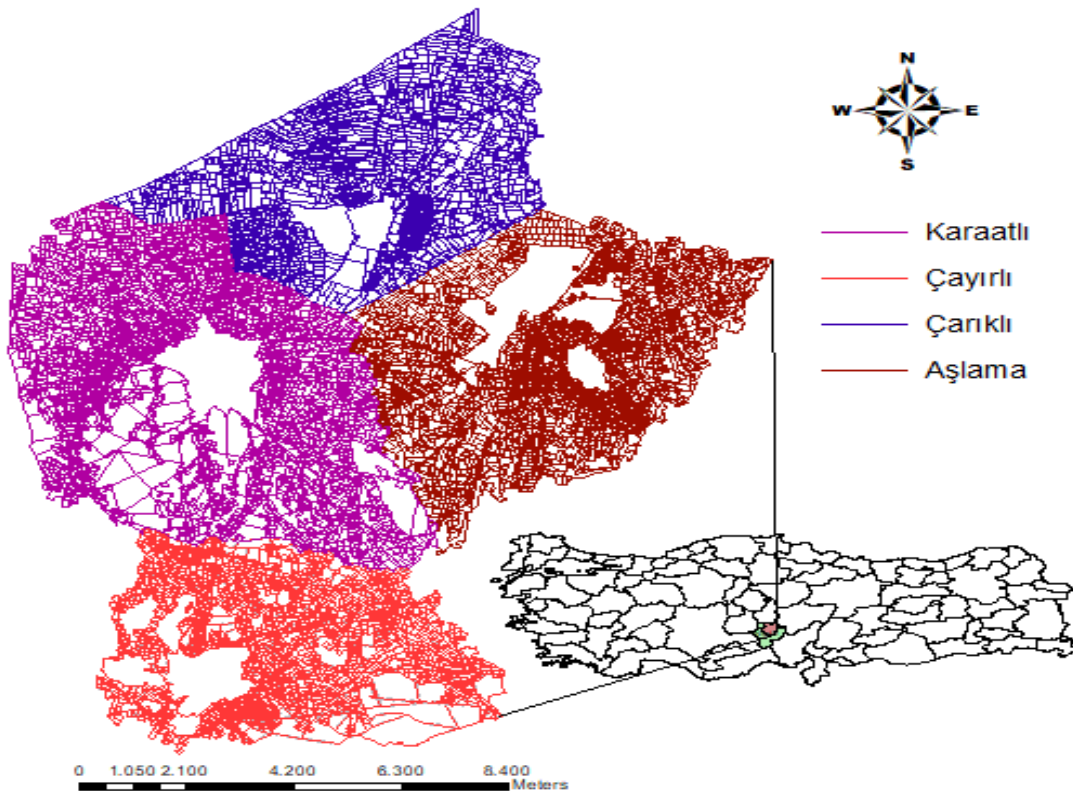
%44.80, toplam hazırlanma süresinin %30.49 ve yol uzunluğunun %56.24 oranında düştüğünü belirtmiştir. Hung (2017), yaptığı çalışmada arazi toplulaştırmayla işletmelerin makine kullanma oranının %75.8'den %89.8'e yükseldiğini ve ortalama maliyetin %10 düştüğünü, Harasimowicz ve ark. (2017) ise parsel sayısının %39.14, parsellere olan uzaklığın %32.76, parsellere ulaşım ve üretim maliyetlerinin %38.62 oranında düştüğünü bildirmiştir. Kuşlu ve Ertem (2019), yaptıkları çalışmada arazi toplulaştırmayla işletme merkezi ile parseller arası yol uzunluğu ortalamasının %7.14 dolayında azaldığını, yol ağının yaklaşık %62.50 oranında iyileştiğini ve yoldan faydalanan parsel oranının %68'den %100'e ulaştığını belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı arazi toplulaştırma çalışmalarının tarımsal mekanizasyon işletmeciliğine olan etkisini; alan, zaman ve yakıt kaybı yönünden araştırmak ve işletmecilik açısından toplulaştırma öncesi ve sonrası durumu karşılaştırmaktır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Bu çalışmada Niğde İli Misli Ovası merkeze bağlı Aşlama, Çarıklı, Çayırılı ve Karaatlı Köylerinde yürütülen arazi toplulaştırma proje verileri kullanılmıştır. Araştırma alanının konumu Şekil 1.'de ve arazi toplulaştırma öncesi (ATÖ) ve sonrasına (ATS) yönelik bilgiler Çizelge 1.'de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanı konum haritası  
Figure 1. Location map of the research area

Çizelge 1. Çalışma alanına yönelik AT öncesi ve sonrası genel bilgiler

Table 1. General information about the study area before and after the LC

| Köyler    | Parsel Sayısı (Adet) |      | Ortalama Parsel Büyüklüğü (da) |       | Ortalama İşletme Büyüklüğü (da) |       | Malik Sayısı (adet) | İşletme Sayısı (adet) | TO (%) |
|-----------|----------------------|------|--------------------------------|-------|---------------------------------|-------|---------------------|-----------------------|--------|
|           | ATÖ                  | ATS  | ATÖ                            | ATS   | ATÖ                             | ATS   |                     |                       |        |
| Aşlama    | 4212                 | 1930 | 8.90                           | 19.02 | 38.72                           | 37.92 | 8448                | 968                   | 54.18  |
| Çarıklı   | 1993                 | 1533 | 15.70                          | 19.77 | 23.88                           | 23.14 | 4893                | 1310                  | 23.08  |
| Çayırlı   | 3119                 | 2005 | 9.05                           | 13.83 | 22.66                           | 22.25 | 5260                | 1246                  | 35.72  |
| Karaathlı | 4501                 | 2804 | 10.18                          | 16.00 | 35.47                           | 34.72 | 7955                | 1292                  | 37.70  |

TO: Toplulaştırma oranı, ATÖ: Arazi Toplulaştırma Öncesi, ATS: Arazi Toplulaştırma Sonrası

## Metot

### Örnekleme seçimi

İşletme sayısının fazla olması nedeniyle basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre (Newbold, 1995) %10 hata ve %95 güven aralığında Eşitlik 1'e göre 96 işletme seçilmiş ve seçilen örnek işletme sayıları Çizelge 2'de verilmiştir.

$$n = \frac{N_p(1-p)}{(N-1)\sigma_{px}^2 + p(1-p)} \quad (1)$$

n : Örnek işletme sayısı,  
N : Popülasyondaki işletme sayısı,  
 $\sigma^2$  : Popülasyonu oluşturan işletmelerin varyansı,  
p : Aranılan özelliğin rastlanma sıklığı (maksimum örnek için 0.5),  
px: 1-p göstermektedir.

Çizelge 2. Seçilen örnek işletme sayıları

Table 2. Selected sample management numbers

|                      | Köyler |         |         |           |  | Toplam |
|----------------------|--------|---------|---------|-----------|--|--------|
|                      | Aşlama | Çarıklı | Çayırlı | Karaathlı |  |        |
| İşletme sayısı       | 968    | 1310    | 1246    | 1292      |  | 4816   |
| Örnek işletme sayısı | 19     | 26      | 25      | 26        |  | 96     |

### Yakıt tüketimi

Çalışma alanında en çok buğday üretimi yapıldığından, işletmenin bir üretim döneminde parsellerine ulaşımında tükettiği yakıt, buğday üretiminde yapılan faaliyetlere göre hesaplanmıştır. İşletmelerin km başına ortalama 0.407 litre yakıt harcadığı kabul edilmiştir (Polat ve Manavbaşı, 2012).

### Parsel sınır alan kaybı

Parsel sınırı boyunca 0.30 m'nin tam olarak kullanılmadığı kabul edilmiştir (Çevik, 1974). Bu kayıp alan, parselin çevre uzunluğu büyüdükçe artmaktadır.

### Alan-yol uzunluğu uygunluğu (AYU)

Bu gösterge değerinin 1'e yaklaşması işletme için daha iyi bir yol işletim sistemini ifade etmektedir (Platonova ve ark., 2011). Formül Eşitlik 2'de verilmiştir.

$$AYU = \frac{YU}{0.043\sqrt{PA}} \quad (2)$$

Eşitlikte;

AYU: Alan-yol uzunluğu uygunluğu

PA : Parsel alanı (ha)

YU : İşletme merkezi ile parsel arası yol uzunluğu (km)

### Alan-kuş uçuşu yol uzunluğu uygunluğu (KUYUU)

Bu gösterge değeri 1'e yaklaştıkça yol işletim uygunluğu artmaktadır (Platonova ve ark., 2011). Formül Eşitlik 3'te verilmiştir.

$$KUYUU = \frac{KUYU}{0.038\sqrt{PA}} \quad (3)$$

Eşitlikte;

KUYUU: Alan-kuş uçuşu yol uzunluğu uygunluğu

PA : Parsel alanı (ha)

KUYU : İşletme merkezi ile parsel arası kuş uçuşu yol uzunluğu (km)

### Yol zaman kaybı

İşletmelerin parsellerine ulaşımında geçirdikleri zaman hesaplanırken gidiş dönüşte ortalama hızlarının 15 km h<sup>-1</sup> olduğu kabul edilmiştir (Boztoprak ve ark., 2015).

### Parsel başı dönüşlerinde zaman kaybı

Parsel başı dönüşlerinde harcanan zaman, parsel enine ve kullanılan tarım alet ekipmanlarına bağlı olup, parsel genişliği arttıkça kayıp artmaktadır (Ayrancı, 2004). Formül Eşitlik 4'te verilmiştir.

$$YD = \frac{100ab}{60b} \quad (4)$$

Eşitlikte;

YD: Parsel başı dönüşlerinde zaman kaybı (h)

a : Parsel başlarında bir dönüş için geçen ortalama zaman (dak)  
B : Parsel genişliği (m)  
b : Kullanılan aracın efektif iş genişliği (cm)

### Parsel işleme süresi

Parsel işleme süresi; parsel büyüklüğüne, makine iş genişliğine ve makine ortalama hızına göre değişmektedir (Dinçer, 1970). Formül Eşitlik 5'te verilmiştir.

$$Te = \frac{BL}{10bV} \quad (5)$$

Eşitlikte;

Te: Parsel işleme süresi (h)

B : Parsel genişliği (m)

L : Parsel uzunluğu (m)

b : Kullanılan aracın efektif iş genişliği (cm)

V : Kullanılan aracın ortalama çalışma hızı (km h<sup>-1</sup>)

Buğday tarımında yapılan faaliyetler için parsel başlarında geçen ortalama zaman, makine iş genişliği ve ortalama çalışma hızı Çizelge 3'te verilmiştir (Ayrancı, 2004; Say, 2001).

Çizelge 3. Buğday üretiminde gerçekleştirilen faaliyetlerin sayısı, parsel başında geçen ortalama zaman, makine iş genişliği ve ortalama çalışma hızı

Table 3. Number of operations, average passing time beginning of parcel, machine working width and average working speed in wheat production

| Faaliyet  | a    | b   | Sayı | Ortalama çalışma hızı (km h <sup>-1</sup> ) |
|-----------|------|-----|------|---|
| 1.Sürüm   | 0.30 | 91  | 1    | 7   |
| 2.Sürüm   | 0.30 | 350 | 1    | 10  |
| 3.Sürüm   | 0.30 | 300 | 1    | 9   |
| Ekim      | 0.30 | 250 | 1    | 8   |
| Gübreleme | 0.30 | 600 | 3    | 8   |
| İlaçlama  | 0.30 | 460 | 1    | 8   |
| Balyalama | 0.30 | 160 | 1    | 6   |
| Hasat     | 0.35 | 457 | 1    | 5   |

a; dönme zamanı (dak), b; tarım makinesi iş genişliği (cm)

Buğday tarımında tarla etkinliği kare ve dikdörtgende 0.94, yamuk ve üçgende 0.90 ve şekilsiz parsellerde 0.85 alınmıştır (Say, 2001). Parsel başı dönüşler ve parsel işleme süreleri bu sebeple etkinlik değerlerine bölünerek efektif sonuçlara dönüştürülmüştür. Gerçekleştirilen tarımsal faaliyete göre kabul edilen ortalama çalışma hızları, Kepner ve ark. (1980); Hunt (1983) ve ASAE (1994) çalışmalarından alınmıştır (Sabancı ve ark., 2010).

### İstatistiksel değerlendirme

Seçilen işletmeler için AT öncesi ve sonrası hesaplanan gösterge ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirlemek için t testi (paired-sample t-test) yapılmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Hesaplanan AYU, KUYUU, yakıt tüketimi ve sınır alan kaybı göstergelerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. AT ile ortalama AYU değeri Aşlama'da %42, Çarıklı'da %44, Çayırılı'da %36 ve Karaatlı'da %49, ortalama KUYUU değeri ise sırasıyla %38, %32, %33 ve %47 oranında düşmüştür. 4 köyde de AYU ve KUYUU AT öncesi ve sonrası ortalama değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). Değirmenci ve ark. (2017), benzer sonuçlar bulmuş ve AYU ile KUYUU arasında pozitif bir ilişki olduğunu

ifade etmişlerdir. Platonova ve ark. (2011), AYU ve KUYUU değerinin 1 olmasının işletme yol uygunluğu için en iyi değer olacağını belirtmiştir. Araştırma alanında AT ile işletmelerin daha iyi bir işletim uygunluğu kazandığı, mevcut yol ağı sisteminin kalitesinin arttığı ve yolların daha az dönemeçli hale geldiği ifade edilebilir. Ayrıca seçilen işletme parsellerinin tamamı yola cephe kazanmıştır. Şekil 2'de örnek bir işletmenin AT öncesi ve sonrası yola cephe durumu gösterilmiştir.

İşletmelerin yakıt tüketim ortalamaları AT ile Aşlama'da %51, Çarıklı'da %52, Çayırılı'da %51 ve Karaatlı'da %47 oranında azalmıştır. AT öncesi ve sonrası yakıt tüketiminde önemli bir fark vardır. Bu fark 4 köy için de istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). Kuzu ve ark. (2018) toplulaştırma sayesinde yol uzunlukları düştüğü için ortalama yakıt tüketiminde yaklaşık %16 tasarruf edildiğini, Polat ve Manavbaşı (2012) ise yol güzergahlarının ortalama 26.68 km kısalmasıyla yakıt tüketimlerinin ortalama 10.86 litre azaldığını bildirmiştir. Ayten ve Çay (2017), örnek bir işletmenin parsellerine gidiş gelişte harcadığı yıllık yakıtın AT sayesinde 151 litreden 30 litreye düştüğünü ifade etmiştir.

Parsel sınır alan kaybı ortalamaları, AT ile birlikte Aşlama'da %40, Çarıklı'da %34, Çayırılı'da %38 ve Karaatlı'da %40 azalmıştır. İşletmelerin parsel sınır alan kayıpları değerleri arasındaki AT öncesi ve sonrası fark 4 köy için de istatistiksel olarak önemlidir

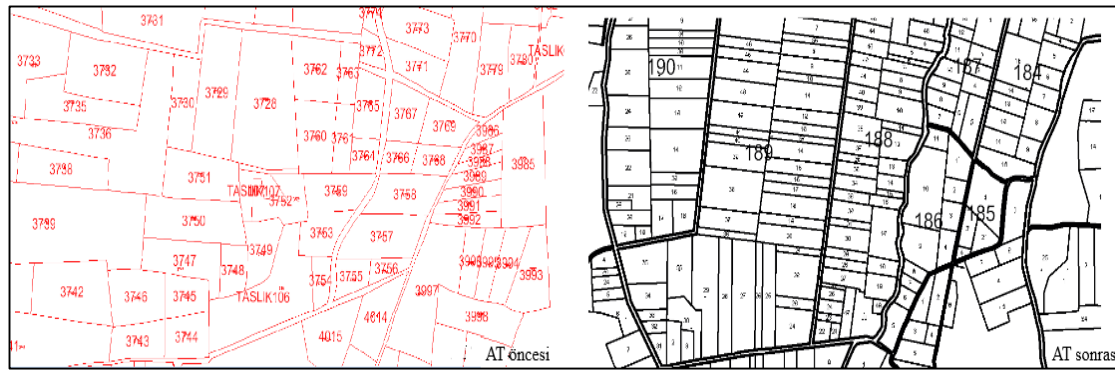
( $P < 0.05$ ). Çevik (1974), yaptığı çalışmada parsel sayısı 5, alanı 34 dekar olan bir işletmenin toplulaştırma sayesinde parsel sınır alan kaybının 579 m<sup>2</sup>'den 223 m<sup>2</sup>'ye düştüğünü (Arıcı ve Akkaya Aslan, 2014),

Boztoprak ve ark. (2015) ise AT projesi kapsamındaki işletmelerde toplam sınır alan kaybının toplulaştırma sayesinde 233 dekardan 181 dekara düştüğünü ve azalma oranının %22 olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4. AT öncesi ve sonrası AYU, KUYUU, yakıt tüketimi ve sınır alan kaybı değerleri  
Table 4. AYU, KUYUU, fuel consumption and loss of boundary values before and after LC

| Köyler   | Değer | AYU    |        | KUYUU  |        | Yakıt tüketimi (L) |        | Sınır alan kaybı (m <sup>2</sup> ) |        |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------------------|--------|------------------------------------|--------|
|          |       | ATÖ    | ATS    | ATÖ    | ATS    | ATÖ                | ATS    | ATÖ                                | ATS    |
| Aşlama   | min.  | 32.55  | 10.93  | 30.84  | 12.23  | 19.77              | 6.59   | 92.92                              | 62.89  |
|          | max.  | 190.86 | 157.43 | 194.71 | 157.01 | 483.91             | 178.85 | 808.34                             | 538.82 |
|          | ort.  | 96.87  | 56.11  | 90.68  | 56.45  | 120.41             | 58.59  | 309.25                             | 185.29 |
|          | sdt.  | 50.75  | 40.16  | 46.47  | 40.27  | 108.61             | 49.72  | 217.79                             | 119.41 |
| Çarıklı  | min.  | 41.28  | 23.08  | 34.01  | 21.94  | 25.10              | 18.99  | 79.19                              | 81.49  |
|          | max.  | 227.47 | 134.22 | 177.55 | 111.69 | 225.64             | 117.03 | 843.77                             | 560.87 |
|          | ort.  | 121.34 | 68.00  | 91.88  | 62.80  | 117.78             | 56.26  | 269.96                             | 178.79 |
|          | sdt.  | 48.20  | 30.97  | 36.88  | 27.30  | 58.97              | 20.19  | 170.34                             | 109.46 |
| Çayırılı | min.  | 37.86  | 19.70  | 38.16  | 21.32  | 16.47              | 14.38  | 87.47                              | 66.47  |
|          | max.  | 231.56 | 148.49 | 238.25 | 148.11 | 388.56             | 177.64 | 884.54                             | 464.06 |
|          | ort.  | 99.08  | 63.62  | 96.03  | 64.31  | 111.29             | 54.90  | 259.58                             | 160.84 |
|          | sdt.  | 52.47  | 32.97  | 53.37  | 33.64  | 97.62              | 37.15  | 209.63                             | 102.60 |
| Karaatlı | min.  | 43.61  | 28.58  | 49.21  | 27.80  | 21.62              | 21.39  | 103.04                             | 67.22  |
|          | max.  | 253.12 | 147.81 | 254.76 | 134.88 | 281.43             | 155.20 | 858.32                             | 366.09 |
|          | ort.  | 116.43 | 59.18  | 113.72 | 60.10  | 108.06             | 56.86  | 303.12                             | 182.35 |
|          | sdt.  | 50.92  | 27.96  | 48.68  | 27.25  | 67.79              | 30.82  | 188.31                             | 86.19  |

ATÖ: Arazi Toplulaştırma Öncesi, ATS: Arazi Toplulaştırma Sonrası



Şekil 2. Parsellerin AT öncesi ve sonrası yola cephe durumu  
Figure 2. The front position of the parcels to road before and after LC

İşletmelerin bir üretim döneminde harcadıkları zaman, işletme merkezinden parsellerine giderken yolda harcanan zaman, parsel içi tarımsal faaliyetlerde harcanan zaman ve parsel başı dönüşlerde kaybedilen zamanın toplamıdır. Hesaplanan zaman kaybı göstergelerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 5'de verilmiştir.

İşletmenin parsellerine uzaklığına bağlı olarak parsellere ulaşım için geçen zaman farklı değerler almıştır. Tarımsal faaliyetler için harcanan zaman parsel alanına göre değişiklik göstermiştir. Parsel şeklinin kare, dikdörtgen gibi düzgün şekilli veya şekilsiz olması faaliyet süresini etkilemektedir.

Seçilen işletmelerin parsellerine gidiş dönüşte geçen ortalama toplam zaman AT ile yaklaşık olarak, Aşlama'da 20'den 10'a, Çarıklı'da 19'dan 9'a, Çayırılı'da 18'den 10'a ve Karaatlı'da 18 saatten 9 saate düşmüştür. Ayten ve Çay (2017), örnek bir işletmenin benzer şekilde parsellerine gidiş dönüşte yıllık yaklaşık 35 saat harcarken AT ile artık 6 saat harcadığını bildirmiştir.

AT ile parsel başı dönüşlerinde ortalama zaman kaybı yaklaşık olarak, Aşlama'da 3.17'den 1.99 saate, Çarıklı'da 2.34'ten 1.51'e, Çayırılı'da 2.5'ten 1.63'e, Karaatlı'da 3.02'den 1.66'ya düşmüştür. Parsel eni arttıkça parsel başlarındaki dönüş sayısı ve buna bağlı olarak da zaman kaybı artmaktadır. Ayrancı (2004), yaptığı çalışmada mısır tarımında yıllık parsel başı

dönüş kayıplarının boy/en oranı 0.5 olan parselde 1.27 saat iken boy/en oranı 1, 2, 3, 4 ve 5 olan parseller için sırasıyla 0.92, 0.63, 0.53, 0.45 ve 0.41 saat olduğunu belirtmiştir.

Parsel işleme süresi ortalaması AT öncesi Aşlama'da 11.01, Çarıklı'da 7.55, Çayırılı'da 6.99, Karaatlı'da 8.64 saat iken AT sonrası Aşlama'da 10.33, Çarıklı'da 7.16, Çayırılı'da 6.67 ve Karaatlı'da 8.42 saat olmuştur. Parsel işleme süresi AT öncesi ve sonrası değerlerinde Karaatlı'da istatistiksel olarak fark bulunmazken

( $P>0.05$ ); Aşlama, Çarıklı ve Çayırılı'da istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ( $P<0.05$ ). Parsel işleme süresi parsel alanına bağlı olarak artmaktadır. Parsel alanları eşit olan parsellerde işleme süresi parsel şekilsizleştikçe artar, en uygun parsel şekli dikdörtgendir (Boyacıoğlu, 1975).

Toplam üretim süresi ise AT ile yaklaşık olarak, Aşlama'da 33.90 saatten 21.92 saate, Çarıklı'da 29.18'den 17.89'a, Çayırılı'da 27.72'den 17.29'a ve Karaatlı'da 29.37'den 19.39'a düşmüştür.

Çizelge 5. AT öncesi ve sonrası zaman kayıpları temel istatistik değerleri  
Table 5. Basic statistical values of time losses before and after LC

| Köyler   | Değer | Yol Zaman Kaybı (h) |       | Parsel Dönüş Kaybı (h) |      | Parsel İşleme Süresi (h) |       | Toplam üretim İçin Geçen Süre (h) |       |
|----------|-------|---------------------|-------|------------------------|------|--------------------------|-------|-----------------------------------|-------|
|          |       | ATÖ                 | ATS   | ATÖ                    | ATS  | ATÖ                      | ATS   | ATÖ                               | ATS   |
| Aşlama   | min.  | 3.24                | 1.08  | 0.60                   | 0.57 | 1.37                     | 1.24  | 7.05                              | 3.96  |
|          | max.  | 79.26               | 29.29 | 8.95                   | 6.18 | 46.77                    | 44.44 | 112.82                            | 79.92 |
|          | ort.  | 19.72               | 9.60  | 3.17                   | 1.99 | 11.01                    | 10.33 | 33.90                             | 21.92 |
|          | sdt.  | 17.79               | 8.14  | 2.34                   | 1.56 | 12.14                    | 11.38 | 29.83                             | 20.00 |
| Çarıklı  | min.  | 4.11                | 3.11  | 0.16                   | 0.16 | 1.73                     | 1.68  | 7.21                              | 5.85  |
|          | max.  | 36.96               | 19.17 | 8.88                   | 4.73 | 25.19                    | 24.46 | 71.03                             | 48.36 |
|          | ort.  | 19.29               | 9.22  | 2.34                   | 1.51 | 7.55                     | 7.16  | 29.18                             | 17.89 |
|          | sdt.  | 9.66                | 3.31  | 1.91                   | 1.20 | 6.78                     | 6.47  | 15.51                             | 9.73  |
| Çayırılı | min.  | 2.70                | 2.36  | 0.74                   | 0.45 | 1.44                     | 1.38  | 5.83                              | 5.62  |
|          | max.  | 63.65               | 29.10 | 7.55                   | 5.40 | 30.71                    | 29.17 | 92.32                             | 52.13 |
|          | ort.  | 18.23               | 8.99  | 2.50                   | 1.63 | 6.99                     | 6.67  | 27.72                             | 17.29 |
|          | sdt.  | 15.99               | 6.09  | 1.85                   | 1.26 | 7.62                     | 7.13  | 23.58                             | 13.24 |
| Karaatlı | min.  | 3.54                | 3.50  | 0.71                   | 0.39 | 1.50                     | 1.45  | 6.23                              | 5.86  |
|          | max.  | 46.10               | 25.42 | 7.63                   | 3.81 | 27.76                    | 25.82 | 54.82                             | 43.35 |
|          | ort.  | 17.70               | 9.31  | 3.02                   | 1.66 | 8.64                     | 8.42  | 29.37                             | 19.39 |
|          | sdt.  | 11.10               | 5.05  | 1.95                   | 0.99 | 7.47                     | 7.35  | 16.18                             | 11.66 |

ATÖ: Arazi Topplulaştırma Öncesi, ATS: Arazi Topplulaştırma Sonrası

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Aşlama, Çarıklı, Çayırılı ve Karaatlı Köylerinde yürütülen arazi toplulaştırma projeleri ile parsel sayıları düşmüştür. Topplulaştırma oranları yüksek olmamasına rağmen parsel şekilleri daha düzgün hale gelmiştir. Böylece parseller işletmecilik açısından mekanizasyon için daha uygun hale geldiğinden işlenmesi kolaylaşmıştır. Ayrıca parsel sınır uzunlukları şekilsiz parsellerde arttığı için şekilsiz parsellerin azalması ile sınır alan kayıpları azalmıştır. Seçilen işletmelerde AT ile sınır alan kayıpları azalmıştır. Buna göre işletme parsellerinde kullanılabilir alan artacağından dolayı üretim miktarı ve işletme geliri de artabilir.

Yol işletim uygunluğunu ifade eden AYU ve KUYUU göstergeleri azalarak en uygun değer olan 1'e yaklaşmıştır. Yol ağı sisteminin iyileştirilmesiyle işletmelerin parsellerine ulaşımı kolaylaşmış ve işletme giderlerinde önemli bir yer tutan yakıt tüketimi de düşmüştür.

İşletmeler için zaman çok önemli olduğundan yaşanacak zaman kayıpları işletmeler için önemli gelir kayıplarına yol açabilir. Seçilen işletmelerde toplulaştırma sayesinde bir üretim dönemi boyunca üretim için geçen toplam zaman azalmıştır.

Ayrıca tüm parsellerin yola cephele hale gelmesi ile sınır ihlallerinden kaynaklanan işletmeler arasındaki huzursuzluklar azalabilir. Yakıt tüketiminin düşmesi ile yakıt giderlerinin azalmasının yanında çevreye zararlı emisyonlar da azalabilir.

Hesaplanan göstergeler ışığında işletmelerin önemli kazanımlar elde ettiğini ve arazi toplulaştırma projelerinin bu yönüyle ülkemiz için çok önemli olduğunu ve bu projelerin artırılması gerektiğini söyleyebiliriz.

Arazi toplulaştırma projelerinin tarımsal işletmelere etkilerinin değerlendirilmesinde göstergelerin birlikte kullanılması daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

## TEŞEKKÜR

Bu makale Hamza Kuzu'nun yüksek lisans tezinden yararlanarak hazırlanmıştır.

## 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 2015. Arazi Toplulaştırması. <https://ankara.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liftet/arazitoplulastirmasi.pdf>.
- Arıcı İ, Akkaya Aslan ŞT 2014. Arazi Toplulaştırması Planlama ve Projelemesi. Dora Yayınları, Bursa, 237 s.
- ASAE 1994. ASAE Standards-Uniform Terminology for Agricultural Machinery Management, ASAE S322.1. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, MI. 49085-9659.
- Ayrancı Y 2004. Bir Parselde Optimum Boy/En Oranın Belirlenmesinde Bir Yaklaşım. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 18(33), 1-7.
- Ayten T, Çay T 2017. Effects of the Purpose Expropriation of Land Consolidation to Landholding. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index 121, International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering, 11(1), 79- 82.
- Boyacıoğlu R 1975. Arazi Toplulaştırılması Yapılan Erzincan Güllüce Köyündeki Tarımsal İşletmelerin Ekonomik Analizi. Topraksu Teknik Dergisi, Sayı:57, Ankara, 131s.
- Boztoprak T 2010. Arazi Toplulaştırma Çalışmasının Kültürteknik Özelliklerinin Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Açısından İrdelenmesi: Kayseri Örneği, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Boztoprak T, Demir O, Çoruhlu YE, Nişancı R 2015. Arazi Toplulaştırmasının Tarımsal İşletmelere Etkilerinin Araştırılması. Selçuk University Journal of Engineering, Science And Technology, 3(3), 1-11.
- Çelebi M 2010. Toplulaştırmanın Karaman İlinde Sulama ve Diğer Tarımsal Faaliyetlerin Verimliliği Üzerinde Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3 (2): 1-6.
- Çevik B 1974. Konya İli Çumra-Karkın Köyünün Kültürteknik Sorunları ve Bu Sorunların Çözümünde Arazi Toplulaştırmasının Yeri ve Önemi Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Ziraat

- Fakültesi Yayınları No:52, A.Ü. Basımevi, (Doktora Tezi), 102s., Ankara.
- Değirmenci H, Arslan F, Tonçer R, Yoğun E 2017. Arazi Toplulaştırma Öncesi Parsel Şekilleri ve Arazi Parçalanmasının Değerlendirilmesi Niğde Misli Ovası Tırhan Köyü Örneği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(3):182-189.
- Dinçer H 1970. Tarla Alet ve Makinalarının İş Başarıları Hesaplanmasında Pratik Metot. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi- Journal of the Faculty of Agriculture 1(2): 49-62.
- Harasimowicz S, Janus J, Baciór S, Gniadek J 2017. Shape and Size of Parcels and Trans-Port Costs As A Mixed Integer Programming Problem in Optimization of Land Consolidation. Comput. Electron. Agric. 140, 113-122.
- Hung NV 2017. Impacts of Land Consolidation Policy on Agricultural Production in Red River Delta, Vietnam. Park Chung Hee School of Policy and Saemaul of Yeungnam University. Master of Public Policy Thesis.
- Hunt D 1983. Farm Power and Machinery Management. Iowa State University Press. 352 Pages.
- Kepner RA, Bainer R, Barger EL 1980. Principles of Farm Machinery. AVI, Rub.Cop., Inc, Westpark, Co, USA.
- Kumbasaroğlu H, Dağdemir V 2007. Erzurum Merkez İlçede Tarım Arazilerinde Parçalılık Durumuna Göre Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38 (1): 49-58.
- Kuşlu Y, Ertem E 2019. Erzurum İli Beypınarı Mahallesi Arazi Toplulaştırma Projesinin Yol Ağı Yeterliliği Açısından Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50 (3): 274-281.
- Kuzu H, Arslan F, Değirmenci H 2018. Arazi Toplulaştırma Projelerinde Yol Uzunluklarının Analizi: Şanlıurfa Türkeli Köyü Örneği. SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (Özel sayı), 19-25.
- Küsek G 2014. Arazi Toplulaştırmasının Arazi Parçalılığı ve İşletme Ölçeğine Etkileri: Konya-Ereğli-Kuskuncuk Köyü Örneği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (2): 15-28.
- Newbold P 1995. Statistics for Business and Economics. Prentice-Hall International, New Jersey, p: 867.
- Oğuz C, Bayramoğlu Z 2004. Konya İli Çumra İlçesinde Arazi Toplulaştırması Sonrası Farklı Parsel Genişliklerinin Birim Maliyetler Üzerine Etkisi; Küçükköy Örneği. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(34): 70-75.
- Platonova D, Setkovska L, Jankava A 2011. Assessment Principles of Land Fragmentation. Baltic Surveying'11, 117-124.

- Polat HE, Manavbaşı İD 2012. Arazi Toplulaştırmasının Kırsal Alanda Yakıt Tüketimi ve Karbondioksit Salınımına Etkisinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 18, 157-165.
- Sabancı A, Başçetinçelik A, Özgüven F, Öztürk HH, Say SM 2010. Tarım Makinaları 1. Nobel Yayınevi, Adana, 193s.
- Say SM 2001. Biçerdöverle Hasatta Biçerdöver Çalışma Güvenirliğinin Belirlenmesi ve Park Planlaması Üzerinde Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi. 157s.
- Yağanoğlu AV, Okuroğlu M, Hanay A 2000. Arazi Toplulaştırması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:159. Erzurum. 169s.

## Kanola Yağı İçeren Yemlerle Beslenen Avrupa Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax* L.)'nin Sindirim Kanalı Boşaltım Süresinin Belirlenmesi

Hatice Asuman YILMAZ

Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik ABD, Çukurova Üniversitesi, 01330, Balcalı/ADANA  
<https://orcid.org/0000-0002-5627-034X>

✉: ayilmaz@cu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yemlerinde kullanılan, balık yağına ikame olarak, üç farklı oranda (0, 50 ve 100) kanola yağı (Kanola, K) içeren yemlerle (20.4 g) 10 hafta boyunca vücut ağırlıklarının %2'si olacak şekilde beslenmiştir. Besleme denemesinden sonra, her tanka (500 L) 20 adet levrek (78.6 ± 3.58 gram) üç tekerrürlü olarak stoklanmıştır. Sindirim kanalının boşaltım süresinin belirlenmesi için, örneklemeden önce bireyler 72 saat aç bırakılarak sindirim sisteminin tamamen boşaltılması sağlanmıştır. Örnekleme başlamadan önce tüm balıklar tek öğün "ad libitum" olarak beslenmiştir. Her deneme grubundan 0., 8., 16., 24., 32. ve 48. saatlerde tesadüfi olarak 9 adet balık örneklenmiş ve sindirim kanalında mide, ön bağırsak ve son bağırsak olmak üzere üç farklı bölgede kalan yemler tespit edilmiştir. Mide, ön bağırsak ve bağırsaklardaki en kısa boşaltım sürelerinin sırasıyla 32.2; 60.9 ve 50.4 saat ile K0 grubunda (%0 kanola yağı) olduğu bulunmuştur, en uzun sürenin ise sırasıyla 41.9; 101.3 ve 70.2 saat ile K100 (%100 kanola yağı) grubunda olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Deneme sonunda ulaşılan veriler, yem içerisinde balık yağına ikame olarak kullanılan kanola yağı oranının artması ile boşaltım sürelerinin doğrusal olarak tüm sindirim sisteminde uzadığını ve levrek yemlerinde bu yağın yem formülasyonlarında yüksek oranlarda kullanımını sınırlandıracağı göstermiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 18.11.2019

Kabul Tarihi : 17.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

Alternatif yağ kaynakları

Kanola yağı

Mide boşaltım süresi

Sindirilebilirlik

## Determination of Gastric Evacuation Time for European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) with Feeds Containing Canola Oil

### ABSTRACT

In this study, European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) (20.4) was fed 2%BW for 10 weeks with three different diets containing 0, 50 and 100 of canola oil (Canola, K), as replacement to fish oil. For this purpose, 20 sea bass (78.6± 3.58 grams) (500 L) were stocked in each tank in triplicate. For the determination of the GET, the individual was left fasted for 72 hours before sampling to ensure complete digestion of the digestive tract. Apart from these fasting periods, the individuals were fed "ad libitum". Nine fish were randomly sampled at 0., 8., 16., 24., 32. and 48. hours from each experimental group and the digestive tract were examined in three different sections: the stomach, the anterior and the posterior intestine. The shortest gastric evacuation time (GET) in the stomach, anterior and posterior intestines were found as 32.2, 60.9 and 50.4 h in K0 (0%K) group, while longest as 41.9, 101.3 and 70.2 h in 100-group, respectively. Final data showed that the increase of the ratio of canola used as a substitute to fish oil in the feed, GET was linearly extended in the whole digestive system and this will limit the use of this plant oil source in feed formulations at high rates.

### Research Article

#### Article History

Received : 18.11.2019

Accepted : 17.01.2020

#### Keywords

Alternative oil

Canola oil

Gastric evacuation time

Digestibility

**To Cite :** Yılmaz HA 2020. Kanola Yağı İçeren Yemlerle Beslenen Avrupa Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax* L.)'nin Sindirim Kanalı Boşaltım Süresinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (3): 663-670. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.648079



## GİRİŞ

Günümüzde su ürünleri yetiştiriciliği için üretilen ticari balık yemlerinde yaygın olarak balık yağı kullanılmaktadır. Balık yağı üretiminin sadece avcılık yoluyla elde edilen balık kaynaklarına bağlı olduğu, artan talep karşısında ihtiyacı karşılayamadığı ve balık yağı fiyatlarında artışa sebep olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, son 20 yılda ticari balık yemlerinde balık yağına alternatif yağ kaynaklarının araştırılması üzerine oldukça fazla çalışma yapılmıştır (Nikzad ve ark., 2012; Xu ve ark., 2012). Bu çalışmalar, balık yağına alternatif en uygun ham maddelerin bitkisel yağlar olduğunu ve farklı oranlarda ticari yemlerde başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir (Gunstone, 2010). Tocher ve ark. (2003), yem içerisinde dengeli bir şekilde amino asit ve esansiyel yağ asitlerinin sağlanmasıyla tatlı su türlerinin yemlerinde balık yağının tamamen ve deniz türlerinde ise yaklaşık %60-70'e kadarının bitkisel yağlarla değiştirilebileceği ve bu değişim oranlarının büyümeyi olumsuz yönde etkilemeyeceğini belirtmişlerdir. Sindirim süresi ve oranı balıkların iştahı ile doğrudan ilgili olduğundan günlük yem alımını etkileyen bir etmendir (Riche ve ark., 2004). Midenin boşalma süresi (MBS) ile ilgili bilgi, balığın beslenme oranı, yemlerin enerji bütçesi ve günlük yem tüketim miktarının tahmin edilmesinde hem saha hem de laboratuvar çalışmaları için temel bir faktördür (Kawaguchi ve ark., 2007; Das ve ark., 2014). Sindirim kanalı boşaltım süresi, hayvanlarda bir besinin sindirilmesi için gerekli zaman hakkında bilgi verir. Sindirim kanalının boşaltım süresini etkileyen pek çok etmen vardır. Mide boşaltım oranı; sıcaklık, balık ağırlığı, yem boyutu, yem içeriği ve beslenme sıklığıyla da ilişkilidir (Grove ve Grawford, 1980; Jobling, 1981; Jobling, 1987; Persson, 1981; Hofer ve ark., 1982; Holmgren ve ark., 1983). Midenin boşalma hızı zamanla üssel olarak değişmekte olup, mide doluluğuna bağlı olarak üretilen pepsin ve asit miktarı ile değişkenlik göstermektedir. Yemin pelet veya ekstrüde işlemlerinin mide boşaltım süresini direkt etkilediği ve ekstrüde olarak üretilen yemin mide boşaltımının yaklaşık 2 kat daha uzun sürdüğü belirlenmiştir. Ayrıca, yemin içeriği ile balıkların tür farklılığı sindirim kanalının boşalma süresini etkilemektedir. (Adamidou ve ark., 2009; Nikolopoulou ve ark., 2011). Bugüne kadar mide boşaltım oranı ile ilgili yapılan çalışmalarda çeşitli modeller oluşturularak balıkların doğal ortamdaki beslenme alışkanlıklarının araştırılması ve alternatif hammaddelerin kullanıldığı durumlarda, balıklarda sindirim süresi ve sindirilebilirliği nasıl etkilediğinin belirlenebilmesi üzerine odaklanılmıştır.

Bitkisel yağların türü ve yem içerisindeki oranı yemlerin sindirim kanalından geçiş hızını, dolayısıyla da yemin sindirilebilirliğini etkilediği için, her yağ kaynağının ilgili balık türünde sindirilebilirlik üzerine

etkilerinin araştırılması önem arz etmektedir. Venou ve ark., (2003) ortalama 44.5 g ağırlığındaki çipuralarda mide boşaltım süresinin kullanılan ekstrüde yeme bağlı olarak 3.8 saat ile 8.5 saat arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayçiçeği ve soya fasulyesi gövde lifleri ile hazırlanmış yemlerle beslenen levreklerde diyetlerdeki lif seviyesinin yükselmesi mideyi boşaltmak için gereken süreyi arttırıyor gibi görünse bile, sindirim geçişi süresini etkilemediğini bulmuşlardır (Bonvini ve ark., 2018).

Literatürde yemlerde kanola yağı kullanımının Avrupa deniz levreğinde sindirim kanalı boşaltım süresi üzerine etkileri ile ilgili herhangi bir araştırılmaya rastlanmamıştır. Bu amaçla levrek balığı yemlerine farklı oranlarda kanola yağı ilavesinin, balıklarda ki mide boşaltım sürelerini etkileyen faktörlerin ortaya konularak, sindirim kanalı boşaltım sürelerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

Yapılan çalışma Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yumurtalık Deniz Balıkları Araştırma İstasyonu'nda gerçekleştirilmiştir. Ortalama ağırlıkları 3-4 g olan Avrupa deniz levreği, *Dicentrarchus labrax*, yavruları Akuvatur (Tuzla, Adana) isimli kuluçkahaneden alınarak işletme koşullarına alıştırılmak ve deneme başlangıç ağırlığına kadar büyütülmek üzere 4 tonluk dairesel fiberglas tanklara stoklanmıştır. Deneme boyunca, tankların içerisine kabaca filtre edilmiş, deniz suyu girişi 3 Ldk<sup>1</sup>. olarak ayarlanmış, ve tanklardaki çözünmüş oksijen seviyesi 6 mgL<sup>-1</sup>'nin altına düşmeyecek şekilde sürekli olarak bir hava motoru ile havalandırılmıştır.

Besleme denemesinde, balık yağına ikame olacak şekilde, üç farklı oranda kanola yağı ilave edilmiş (%0, 50 ve 100) yemler ile 10 hafta boyunca beslenen balıklar (20.4 gram) kullanılmıştır (Çizelge 1). Besleme denemesinin ardından her bir tanka (500 L) 18 adet Avrupa deniz levreği (78.6±3.58 gram) stoklanmıştır. Sindirim kanalı boşaltım süresinin belirlenmesi için yapılacak örneklemelerden önce bireyler 72 saat aç bırakılarak sindirim sisteminin tamamen boşalması sağlanmıştır. Bu süreler dışında, balıklar "ad libitum" olarak beslenmiştir. Çalışmadaki her bir deneme grubu üç tekerrürlü yürütülmüştür. Her gruptan 0., 8., 16., 24., 32. ve 48. saatlerde tesadüfi olarak her tanktan üç adet balık (n=3, N= 9), yoğun anestezi (0.6 mL.L<sup>-1</sup> 2-phenoxyethanol) (Mylonas, ve ark., 2005) kullanılarak örneklenmiştir. Örneklemeler için seçilen zaman aralıkları Finstad (2005)'e göre belirlenmiştir. Balıkların sindirim sisteminde bulunan yemlerin, anestezi sonrasında geri çıkarmasını önlemek amacıyla özofagus ve anüs açıklıklarına pens

yardımıyla pamuk ile kapatılmıştır. Kapatılan pamuk parçası özofagusun mideye olan bağlantısının olduğu yere dikkatlice yerleştirilmiştir (Pérez-Casanova ve ark., 2009).

Örneklemelerin hemen ardından balıklar ayrı poşetler içerisinde -20°C'lik derin dondurucuda saklanmıştır. Analizler öncesinde derin dondurucudan çıkartılan balıklar çözümleri için oda sıcaklığında bekletilmiştir. Laboratuvar analizleri için öncelikle

balıkların ağırlıkları alınmış, sonrasında disekte edilerek sindirim sistemleri mide, ön bağırsak ve son bağırsak olmak üzere üç farklı bölüme ayrılmıştır. Daha sonra mide, ön bağırsak ve son bağırsak içerikleri çıkartılarak, daraları önceden alınmış olan krozelere aktarılmıştır. Yaş ağırlıkları belirlenen mide, ön bağırsak ve son bağırsak içerikleri, etüv içerisinde 105°C'de 24 saat bekletilerek kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Çizelge 1. Deneme yemlerinin formülasyonu (g.kg<sup>-1</sup>) ve besin madde bileşenleri (%).

Table 1. *Ingredients (g.kg<sup>-1</sup>) and proximate composition (%) of diets formulated.*

| Yem Hammaddeleri (g.kg <sup>-1</sup> )<br><i>Feed Ingredients</i>                                     | K0       | K50      | K100     |
|---|----------|----------|----------|
| Balık Unu <sup>a</sup> ( <i>Fish Meal</i> )   | 450      | 450      | 450      |
| Mısır Gluteni <sup>b</sup> ( <i>Corn Gluten</i> )   | 225      | 225      | 225      |
| Dekstrin <sup>b</sup> ( <i>Dextrin</i> )  | 130      | 130      | 130      |
| Balık yağı <sup>a</sup> ( <i>Fish Oil</i> )   | 100      | 50       | 0        |
| Kanola Yağı <sup>c</sup> ( <i>Canola Oil</i> )  | 0        | 50       | 100      |
| KMS (Karboksi Metil Selüloz) <sup>d</sup> <i>CMC</i> ( <i>Carboxy Methyl Cellulose</i> ) <sup>d</sup> | 47       | 47       | 47       |
| DKF (Di Kalsiyum Fosfat) <sup>d</sup> <i>DCP</i> ( <i>Di Calcium Phosphate</i> ) <sup>d</sup>         | 23       | 23       | 23       |
| Mineral Karışımı <sup>a</sup> ( <i>Mineral Mix</i> )  | 15       | 15       | 15       |
| Vitamin Karışımı <sup>a</sup> ( <i>Vitamin Mix</i> )  | 10       | 10       | 10       |
| <b>Besin Maddeleri İçeriği (%)</b><br><i>Proximate Composition (%)</i>                                |          |          |          |
| Nem ( <i>Moisture</i> )   | 11.4±0.2 | 11.2±0.7 | 11.6±0.3 |
| Ham Protein ( <i>Crude Protein</i> )  | 48.3±0.6 | 48.3±1.1 | 48.1±0.7 |
| Ham Yağ ( <i>Crude Lipid</i> )  | 18.4±0.2 | 18.2±0.8 | 18.4±0.4 |
| Ham Kül ( <i>Crude Ash</i> )  | 10.7±0.2 | 10.3±0.3 | 10.3±0.1 |

<sup>a</sup> Sibal Black Seafeed (İzmir, Türkiye)

<sup>c</sup> Migros (Adana, Türkiye)

<sup>b</sup> Sunar Mısır (Adana, Türkiye)

<sup>d</sup> Sigma-Aldrich (Inc St Louis, MO, USA)

Balıklarda mide boşaltım oranını tespit etmek için farklı modeller kullanılmaktadır (Bromley 1994). Bu modeller, doğrusal (Santulli ve ark., 1993; Miyasaka ve ark., 2005; Adamidou ve ark., 2009) ve üssel model (Vinagre ve ark., 2007) kullanılmıştır. Tüm sindirim kanalı parçalarından alınan boşaltım verileri Elliot (1972)'e göre; Ağırlık = A<sup>rz</sup>, mide içeriğinin 'z' zamanındaki geometrik ortalaması, 'A' ise regresyon analizi sonucunda katsayı ve 'r' ise mide boşaltım oranıdır. Bu veriler, logaritmik olarak pilotlandığında; LnA = lnA<sup>rz</sup> mide boşaltım oranıyla ilişkili 'r' eğrisi yukarıdaki denklemden hesaplanmıştır. Mide boşaltım süresi ise yine yukarıdaki denklemden 'z' zamanında midenin %50, %75 ve %100'ünün boşaldığı zamanlardan hesaplanmıştır. Ön bağırsak verilerinin hesaplanmasında lineer model, son bağırsakta ise kuadratik model kullanılmıştır. Elde edilen eğri değerleri maksimum bağırsak içeriği ve boşaltım zamanının belirlenmesinde kullanılmıştır.

Çalışmanın yapılabilmesi için Çukurova Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulundan 04.02.2015 tarih ve 9 sayılı toplantı kararı ile izin alınmıştır.

## BULGULAR

Deneme sonunda balıkların midede, ön bağırsakta ve son bağırsaktaki boşaltım oranları ve süreleri

hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonunda elde edilen veriler incelendiğinde, midede kalan yemlerin miktarlarının zamana bağlı değişimleri Elliot (1972)'ye göre noktalandığında bireylerden elde edilen denklemler aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$K0: Y=1.0238e^{-0.070x} \quad R^2 = 0.985$$

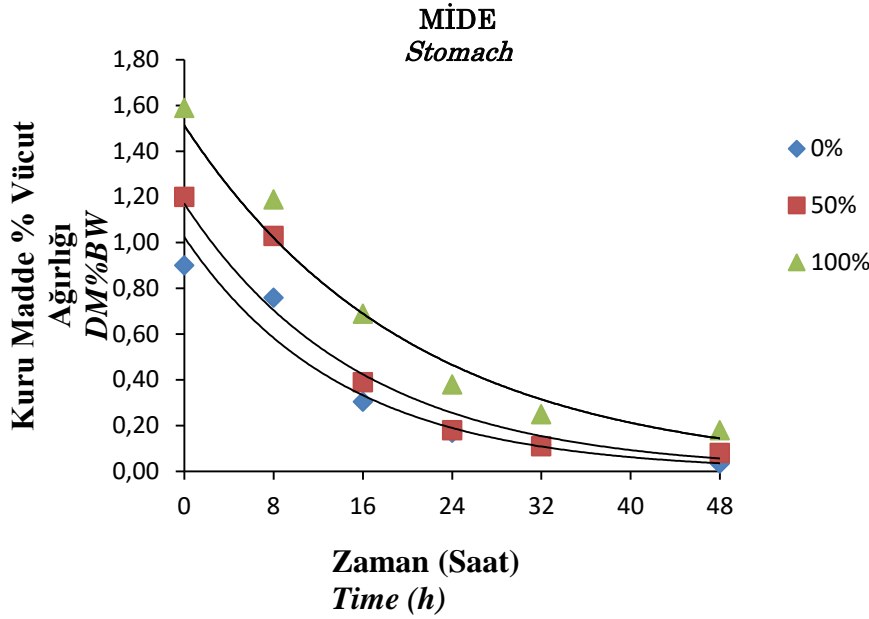
$$K50: Y=1.7010e^{-0.063x} \quad R^2 = 0.921$$

$$K100: Y=1.5127e^{-0.0549x} \quad R^2 = 0.955$$

Verilen yemlerin yarısının (%50 MBS), mideden boşaltılması için geçen süre K0 ve K50, gruplarında 11.7 ile 13.1 saat bulunurken, bu süreler K100 grubunda 16.5 saat olarak belirlenmiştir. Midedeki yemlerin tamamen boşaltılması için geçen süre yukarıdaki denklemlerle hesaplandığında, gruplarda değerler sırasıyla; 34.7, 42,1 ve 45.9 saat olarak bulunmuştur. Yemlerdeki bitkisel yağ oranı arttıkça, midedeki boşaltım oranı K50 de kısmen artarken K100 gruplarında belirgin olarak arttığı saptanmıştır (Şekil 1). Hesaplamalar doğrultusunda bitkisel yağ oranının yemlerdeki miktarı arttıkça besinlerin midede kalma süresinin de uzadığı ortaya konulmuştur. Son örnekleme zamanı olan 48. saatte tüm gruplardaki bireylerin midelerinin tamamen boşaldığı saptanmıştır. Genel olarak midedeki %50, %75 ve %90 boşaltım süreleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Midede

kalma süreleri gruplar arasında karşılaştırıldığında, K100 grubunda süre en uzun çıkmıştır. Kontrol (K0) grubu ile K50 ve K100 grupları karşılaştırıldığında;

yemlerin sindirim esnasında sırasıyla %19.7 ile %21.3 oranında midede daha fazla kaldığı hesaplanmıştır.



Şekil 1. 48 saat boyunca yapılan örneklemelerde kanola yağı içeren yemlerle beslenen Avrupa deniz levreklerinin midelerinde kalan yemlerin zamana karşı üssel eğrisi. Her bir plotlama noktası üç tekerrür (3 balık x 3 tekerrür, n = 9) ortalamasını göstermektedir.

Fig 1. Exponential versus time exponential curve of feed remaining in the stomachs of European sea bass, which is fed with canola oil in 48-hour sampling. Each plotting point shows the average of three replicates (3 fish x 3 replicates, n = 9)

Ön bağırsakta kalan yemler doğrusal modelden elde edilen denklemler aşağıdaki gibidir. Bu denklemler yardımıyla ön bağırsağın boşaltım süreleri hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} \text{K0: } Y &= -0.0008x + 0.0509 & R^2 &= 0.978 \\ \text{K50: } Y &= -0.0013x + 0.1017 & R^2 &= 0.977 \\ \text{K100: } Y &= -0.0130x + 0.1122 & R^2 &= 0.980 \end{aligned}$$

Doğrusal modelden elde edilen denklemler hesaplandığında, ön bağırsağın tamamının boşalması için gerekli sürenin en uzun olduğu grubun K100 olarak hesaplandığı bulunmuştur. Denemenin 48 saatlik süresi sonunda, gruplardaki bireylerin ön bağırsaklarının bu süre içerisinde tamamen boşalmadığı saptanmıştır (Çizelge 2). Yapılan hesaplamalarda, özellikle %50'nin üzerinde kanola yağı içeren yemlerle beslenmiş levreklerde ön bağırsakta sindirim süresinin en yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). K50 grubuna kıyasla K100 grubunda %34.1 oranında daha fazla yem ön bağırsakta kalmıştır. K0 grubuna göre karşılaştırıldığında ise, yemlerin %43.4 oranında daha uzun süre ön bağırsakta kaldığı hesaplanmıştır.

Yapılan hesaplamalarda, özellikle %50'nin üzerinde kanola yağı içeren yemlerle beslenmiş levreklerde ön bağırsakta sindirim süresinin en yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). K0 grubuna göre karşılaştırıldığında ise, yemlerin %38,9 oranında daha

uzun süre ön bağırsakta kaldığı hesaplanmıştır. Son bağırsakta kalan yemlerden elde edilen denklemler;

$$\begin{aligned} \text{K0: } Y &= -0.0001x^2 + 0.0051x + 0.0166 & R^2 &= 0.9807 \\ \text{K50: } Y &= -0.0013x^2 + 0.0087x + 0.0017 & R^2 &= 0.9331 \\ \text{K100: } Y &= -0.0001x^2 + 0.0071x + 0.0271 & R^2 &= 0.8994 \end{aligned}$$

Son bağırsak içeriklerinin incelenmesinde, örnekleme süresince bağırsağın bu bölümünün tam olarak boşalmadığı ve tamamen boşalabilmesi için minimum gerekli sürenin elde ettiğimiz denklemlerle hesaplanmasından 43.1 saat (K0 grubunda) ile 64.0 saat (K100) arasında değiştiği saptanmıştır. Mide ve ön bağırsak verilerinde saptandığı gibi, bitkisel yağ oranının artışının sindirim süresi ve oranını etkilediği anlaşılmıştır (Şekil 3; P<0.05). Ön bağırsakta olduğu gibi son bağırsakta da artan yağ oranı sindirilebilirliği doğrudan etkilemiştir.

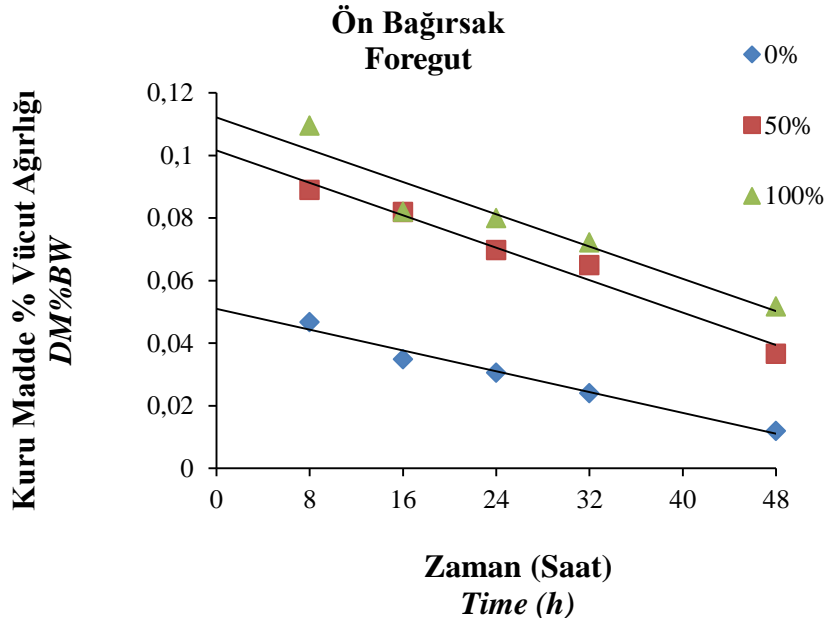
Son bağırsaktaki sürelerin geneline bakıldığında, özellikle tamamen kanola yağı içeren yemlerle beslenmiş levreklerde sindirim süresinin ön bağırsakta en yüksek olduğu saptanmıştır. K0 ile K100 grubu karşılaştırıldığında, yem K100 grubunda %28.4 oranında daha uzun kaldığı hesaplanmıştır.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Mide boşaltım süresinin belirlenmesi ile ilgili yapılan çoğu çalışmada sindirim kanalı sisteminde kalan yem

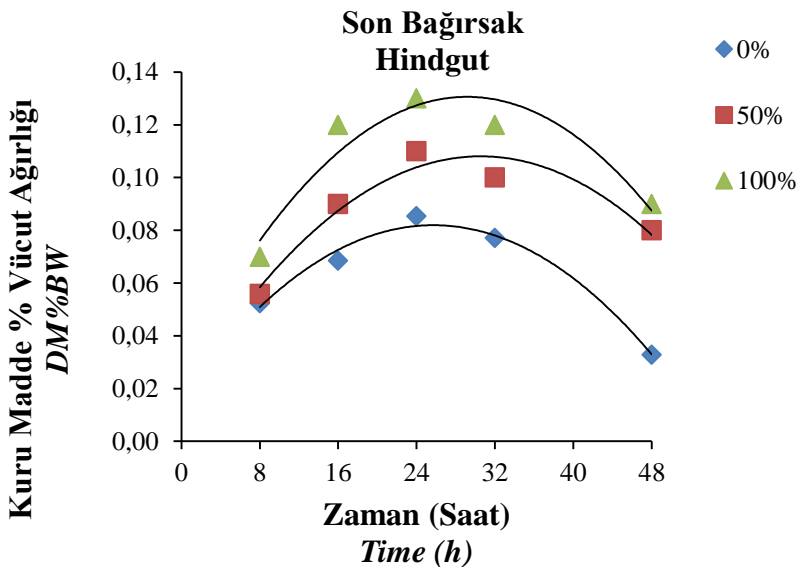
ile süre arasındaki ilişkinin doğrusal, karekök veya üssel denklemlerle tarif edilebileceği gösterilmiştir (Bromley, 1994). Kullanılan hammaddelerin besin sindirilebilirliğini önemli ölçüde etkilediği ve bununla yem alımı ile enzim aktivitesi üzerinde direk etkisinin olduğu belirtilmiştir (Hidalgo ve ark., 1999; Temming ve Herrmann, 2001). Benzer şekilde, yapılan bu

çalışma sonucunda, Avrupa levreğinde sindirim kanalı boşaltım sürelerinin yem içerisindeki bitkisel yağ oranıyla ilişkili olarak değişiklik gösterdiği ve değişen oranlarda kanola yağı içeren (%0, 50 ve 100) yemlerle beslenen levrek balıklarının %50'sini boşalttıkları süreler, sırasıyla 11.7, 13.1 ve 16.5 saat olarak bulunmuştur. Ayrıca, yem içerisinde kullanılan lipit



Şekil 2. 48 saat boyunca yapılan örneklemelerde kanola yağı içeren yemlerle beslenen Avrupa deniz levreklerinin ön bağırsaklarında kalan yemlerin zamana karşı doğrusal eğrileri. Her bir plotlama noktası üç tekerrür (3 balık x 3 tekerrür, n=9) ortalamasını göstermektedir.

Fig 2. Linear curves versus time of feed remaining in the foregut of European sea basses fed with canola oil feed during 48 hours sampling. Each plotting point shows the average of three replicates (3 fish x 3 replicates, n = 9).



Şekil 3. 48 saat boyunca yapılan örneklemelerde kanola yağı içeren yemlerle beslenen Avrupa deniz levreklerinin son bağırsakta kalan yemlerin zamana karşı kuadratik eğrileri. Her bir plotlama noktası üç tekerrür (3 balık x 3 tekerrür, n = 9) ortalamasını göstermektedir.

Fig 3. Quadratic curves versus time of feed remaining in the hindgut of European sea bass perches fed with canola oil in 48-hour sampling. Each plotting point shows the average of three replicates (3 fish x 3 replicates, n = 9).

Çizelge 2. Farklı oranlarda kanola yağı içeren yemlerle beslenen Avrupa deniz levreğinin mide boşaltım süreleri (MBS, saat olarak; s), ön bağırsak boşaltım süresi (ÖBS, s) ve son bağırsak boşaltım süresi (SBS; s).

Table 2. European sea bass, which is fed with feeds containing different amounts of canola oil, has gastric emptying times (GET, hours; h), Foregut emptying time (FET, h) and Hindgut emptying time (HET; h).

|                | K0                     | K50                    | K100                   |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Mide           |                        |                        |                        |
| <i>Stomach</i> |                        |                        |                        |
| MBS %50 (s)    | 11.7 ±0.4 <sup>c</sup> | 13.1 ±0.5 <sup>b</sup> | 16.5 ±1.5 <sup>a</sup> |
| MBS %75 (s)    | 21.6 ±1.4 <sup>b</sup> | 27.5 ±0.4 <sup>a</sup> | 27.7 ±1.1 <sup>a</sup> |
| MBS %100 (s)   | 34.7 ±1.3 <sup>c</sup> | 42.1 ±1.9 <sup>b</sup> | 45.9 ±3.3 <sup>a</sup> |
| Ön Bağırsak    |                        |                        |                        |
| <i>Foregut</i> |                        |                        |                        |
| ÖBS%50 (s)     | 24.1 ±1.1 <sup>c</sup> | 39.8 ±0.7 <sup>b</sup> | 47.7 ±1.4 <sup>a</sup> |
| ÖBS %75 (s)    | 32.4 ±0.4 <sup>c</sup> | 59.0 ±0.9 <sup>b</sup> | 67.1 ±0.2 <sup>a</sup> |
| ÖBS %100 (s)   | 63.6 ±3.9 <sup>c</sup> | 78.2 ±3.4 <sup>b</sup> | 86.3 ±2.1 <sup>a</sup> |
| Son Bağırsak   |                        |                        |                        |
| <i>Hindgut</i> |                        |                        |                        |
| SBS %50 (s)    | 26.6 ±1.1 <sup>c</sup> | 32.0 ±2.5 <sup>b</sup> | 37.0 ±1.4 <sup>a</sup> |
| SBS %75 (s)    | 39.8 ±2.4 <sup>c</sup> | 43.3 ±2.9 <sup>b</sup> | 45.3 ±2.7 <sup>a</sup> |
| SBS %100 (s)   | 43.1 ±3.2 <sup>c</sup> | 51.5 ±3.5 <sup>b</sup> | 64.0 ±2.0 <sup>a</sup> |

kaynağı sindirilebilirliği ile su sıcaklığı arasında net bir ilişkinin olduğu bilinmektedir. Bell ve Koppe (2010), lipitlerin akışkanlığının özellikle artan su sıcaklığı ile değiştiğini ve dolayısıyla sindirilebilirliğini arttığını bildirmişlerdir. Deneme sonunda elde edilen mide boşaltım oranlarındaki farklılığın, yem içerisindeki bitkisel yağ miktarlarıyla ilişkili ve kullanılan lipit kaynağının sindirilebilirlik üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Bazı ham maddelerin ve bazı yağ kaynaklarının sindirilmeden vücuttan atılması ve dolayısıyla atılım miktarının artmasıyla boşaltım zamanlarında da gecikmeye yol açtığı belirtilmiştir (Adamidou ve ark., 2009).

Bağırsak boşaltım süresi üzerinde birçok faktörün etkisi olduğu bilinmektedir. Bunlardan yem ve predator boyutu ile av tipi en yaygın olarak incelenen değişkenlerdir (Temming ve ark., 2002). Diğer çalışmalarda yem bileşimi (Adamidou ve ark., 2009), yemin balık unu partikül büyüklüğü (Sveier ve ark., 1999), ekstrüde unların yemlerde kullanılması (Venou ve ark., 2003), tuzluluk (Vinagre ve ark., 2007), besleme rejimi ve bireylerin büyüklüğü (Booth ve ark., 2008), aynı zamanda besleme sıklığı ve yemdeki nem (Lee ve ark., 2000) boşaltım üzerinde etkilidir. Mide boşaltım süresi gibi ön bağırsağın boşalma süresi de yemlerdeki bitkisel yağ oranı arttıkça uzadığı saptanmıştır. Sindirim kanalı boşaltım çalışmasının sonucunda ön bağırsağın %50'sinin boşalması için geçen süreler K0 grubunda 21.6 saat bulunurken kanola yağı içeren yemlerde bu süre daha uzun çıkmıştır. Kanola yağ miktarına göre kıyaslandığında K50 ve K100 gruplarının birbirleri arasında olan bu süreler daha yakın bulunmuştur. Bunun da yem içerisine katılan bitkisel kökenli yağın daha yavaş sindirilmesi nedeniyle sindirim kanalında emilim

oranını etkilediği yapılan diğer çalışmada örtüşmektedir (Nikolopoulou ve ark., 2011). Adamidou ve ark., (2009) aynı türde yaptıkları çalışmada, son bağırsakta gözlenen yüksek standart sapmanın, bağırsağın bu kısmının küçük oluşu ve deneme ölçümleri sırasındaki diseksiyon işleminde bu kısımdaki mukus içeriğinin artmasıyla açıklanabileceğini bildirmişlerdir. Deneme sonunda ulaşılan veriler doğrultusunda, yem içerisinde balık yağına ikame olarak kullanılan kanola yağı oranının artması ile boşaltım sürelerinin doğrusal olarak tüm sindirim sisteminde arttığı bulunmuştur. Yağların sindirimi nonspesifik lipazlar ile triaçilgliserol hidrolizi ile başlar. Bu işlem sonrasında çıkan ürünler safra tuzlarıyla karıştırılarak misel mukozasında absorbe edilen miselleri oluşturur (Tocher, 2003). Bu işlem balıklarda yemin içeriği ve çevresel değişkenlerin uyarlanmasıyla ilişkilidir.

Yağların içerdikleri özelliklerinden dolayı her yağın sindirimi birbirinden farklı olmaktadır. Bundan dolayı da her balık türünde ilgili hammaddeler için ayrı ayrı olmak üzere sindirim zamanlarının belirlenmesi, formülasyonda tercih edilecek hammaddelere göre besleme stratejilerinin belirlenmesine katkı sağlayacaktır. Aynı türlerde, García-Meilán ve ark. (2014) diyet kompozisyonundaki yüksek lipit düzeyleri veya yüksek nişasta içeriği gibi farklılıkların, diferansiyel geçiş oranına bağlı olduğu ve Fountoulaki ve ark. (2005), düşük bir geçiş oranının yüksek lipit içeriği ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Bundan dolayı her balık türünde ilgili hammaddeler için ayrı ayrı olmak üzere sindirim zamanlarının belirlenmesi, formülasyonda tercih edilecek hammaddelere göre besleme stratejilerinin belirlenmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada kanola yağının yem içerisindeki oranının artmasıyla meydana gelen yüksek boşaltım süreleri göstermiştir ki bu yağın yem içerisinde kullanımında düşük oranlarda eklendiğinde Avrupa deniz levreğinde daha hızlı sindirime uğradığını göstermektedir. Sindirim süresinin ve oranının belirlenmesi kullanılacak olan alternatif yağ kaynaklarının tercih edilmesinde ve ne oranda formülasyonlarda kullanılabilecekleri hususunda önem arz etmektedir. Sonuç olarak, bu denemenin sonunda, sürdürülebilir kaynakların kullanılması için C18:1n-9 açısından zengin bitkisel yağların tamamen değiştirilmek istenmesi durumunda sindirime olumsuz yönde etki etmemesi açısından yemlerde balık yağının da eklenmesi tavsiye edilir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmada emeği geçen Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölüm öğretim üye ve elemanlarına teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## KAYNAKÇA

- Adamidou S, Nengas I, Alexis M, Foundoulaki E, Nikolopoulou D, Campbell P, Karacostas I, Rigos G, Bell GJ, Jauncey K 2009. Apparent nutrient digestibility and gastrointestinal evacuation time in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing different levels of legumes. *Aquaculture* 289: 106-112.
- Bell JG, Koppe W 2010. Lipids in Aquafeeds. In: Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds (G.M. Turchini, W.K. Ng, D. Tocher, eds.). CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, pp 21-60
- Bonvini E, Bonaldo A, Parma L, Mandrioli L, Sirri R, Grandi, M Gatta, P P 2018. Feeding European sea bass with increasing dietary fibre levels: Impact on growth, blood biochemistry, gut histology, gut evacuation. *Aquaculture*, 494: 1-9.
- Booth Ma, Tucker Bj, Allan Gl, Stewart Fielder D 2008 Effect of feeding regime and fish size on weight gain, feed intake and gastric evacuation in juvenile Australian snapper *Pagrus auratus*. *Aquaculture* 282:104-110.
- Bromley PJ 1994. The role of gastric evacuation experiments in quantifying the feeding rates of predatory fish. *Rev. Fish Biol. Fish* 4: 36-66.
- Das SK, Mazlan AG, Bakar Y, Brito MF, Mastura SS, Temple SE 2014. X-radiographic observations of food passage and nutrient absorption along the alimentary tract of archerfish, *Toxotes jaculatrix*. *Bull. Mar. Sci.* 90: 903-919.
- Elliott JM 1972. Rates of gastric evacuation in brown trout, *Salmo trutta* L. *Freshw. Biol.*2: 1-18.
- Finstad AG 2005. Effects of sampling interval and temperature on the accuracy of food consumption estimates from stomach contents. *J. Fish Biol.* 66: 33- 44.
- Fountoulaki E, Alexis MN, Nengas I, Venou B 2005. Effect of diet composition on nutrient digestibility and digestive enzyme levels of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) *Aquaculture Research* 26: 1243-1251.
- García-Meilán B, Ordóñez-Grande MA 2014. Meal timing affects protein-sparing effect by carbohydrates in sea bream: effects on digestive and absorptive processes. *Aquaculture*, 434: 121-128.
- Gunstone FD 2010. The world's oils and fats. In: Turchini, G.M., Ng, W.K., & Tocher, D.R. (Eds.), *Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds*. CPC Press, Taylor and Francis, Boca Raton, pp. 61-89.
- Grove DJ, Crawford C, 1980. Correlation between digestion rate and feeding frequency in the stomachless teleosts. *Blennius pholis* L. *J. Fish Biol.* 16: 235-247.
- Hidalgo MC, Urea E, Sanz A 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits: proteolytic and amylase activities. *Aquaculture* 170: 267-283.
- Hofer R, Forstner H, Rettenwander R, 1982. Duration of gut passage and its dependence on temperature and food consumption in roach, *Rutilus rutilus* L.: laboratory and field experiments. *J. Fish Biol.* 20: 289-299.
- Holmgren S, Grove DJ, Fletcher DJ 1983. Digestion and control of gastrointestinal motility. In: Rankin, J.C., Pitcher, T.J., Dugan, R.T. (Eds.), *Control Processes in Fish Physiology*. Wiley, New York, NY, USA, pp. 23- 40.
- Jobling M 1981. Mathematical models of gastric emptying and the estimation of daily rates of food consumption for fish. *J. Fish Biol.* 19: 245- 257.
- Jobling M 1987. Influences of food particle size and dietary energy content on patterns of gastric evacuation in fish: test of a physiological model of gastric emptying. *J. Fish Biol.* 30, 299- 314.
- Kawaguchi Y, Miyasaka H, Genkar-Kato M, 2007. Seasonal change in the gastric evacuation rate of rainbow trout feeding on natural prey. *J. Fish Biol.* 71: 1873-1878.
- Lee S-M, Hwang U-G, Hwon Cho S 2000 Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rock fish (*Sebastes schlegelii*). *Aquaculture* 187: 399-409.
- 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.
- Miyasaka H, Kawaguchiy G, Yoshino K, Ohnishi H, Kuhara N, Shibata Y, Tamate T, Taniguchi H, Urabe H, Nakano S 2005. Thermal changes in the gastric evacuation rate of the fresh water sculpin *Cottus nozawae* Snyder. *Limnology* 6:169-172.
- Nikolopoulou D, Moutou K A, Fountoulaki E, Venou B, Adamidou S, Alexis MN 2011. Patterns of gastric evacuation, digesta characteristics and pH changes along the gastrointestinal tract of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 158: 406–414.
- Nikzad HM, Khara H, Yazdani Sadati MA, Parandavar H, 2012. Effects of dietary fish oil substitution with mixed vegetable oils on growth and fillet fatty acid composition of juvenile Caspian great sturgeon (*Huso huso*). *Aquac. Int.* 21: 143–155.
- Pérez-Casanova J, Lall SP, Gamperl AK 2009. Effect of feed composition and temperature on food consumption, growth and gastric evacuation on juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.). *Aquaculture* 294: 228-235.
- Persson L 1981. The effects of temperature and meal size on the rate of gastric evacuation in perch (*Perca fluviatilis*) fed on fish larvae. *Freshw. Biol.*, 11:131–138.
- Riche M, Haley DI, Oetker M, Garbrecht S, Garling DL 2004. Effect of feeding frequency on gastric evacuation and return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture* 234: 657-673.
- Santulli A, Modica A, Cusenza L, Curatolo D 1993. Effects of temperature on gastric evacuation rate and absorption and transport of dietary lipids in sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Comparative Biochemistry and Physiology* 105A:363-367.
- Tocher DR 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Reviews in Fisheries Science*, 11 (2): 107-184.
- Temming A, Herrmann JP 2001. Gastric evacuation in horse mackerel. I. The effects of meal size, temperature and predator weight. *Journal of Fish Biology* 58: 1230-1245.
- Xu S, Wang S, Zhang L, You C, Li Y 2012. Effects of replacement of dietary fish oil with soybean oil on growth performance and tissue fatty acid composition in marine herbivorous teleost *Siganus canaliculatus*. *Aquac. Res.* 43: 1276–1286.
- Venou B, Alexis MN, Fountoulaki E, Nengas I, Apostolopoulou M, Castritsi-Cathariou I 2003. Effect of extrusion of wheat and corn on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) growth, nutrient utilization efficiency, rates of gastric evacuation and digestive enzyme activities. *Aquaculture* 225: 207-223.
- Vinagre C, Maia A, Cabral, HN 2007. Effect of temperature and salinity on the gastric evacuation of juvenile sole *Solea solea* and *Solea senegalensis*. *Journal of Applied Ichthyology* 23: 240-245.



## Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği Üyesi İşletmelerin Gıda Güvenliği Kriterlerine Uyum Düzeyi: Menemen İlçesi Örneği

Nevin DEMİRBAŞ

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Bornova/İZMİR

<https://orcid.org/0000-0002-0541-1437>

✉: nevin.demirbas@ege.edu.tr

### ÖZET

Bu araştırmanın amacı, İzmir'in önemli süt üretim bölgelerinden olan Menemen İlçesi'nde Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'ne (DSYB) üye olan işletmelerde gıda güvenliği kriterlerine uyum düzeyinin belirlenmesidir. Araştırmanın verileri, süt sığırcılığı işletmelerinde yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Verilerin analizinde tek yönlü ANOVA ve Kruskal Wallis Testi'nden yararlanılmıştır. Tarım İşletmelerinin gıda güvenliği kriterlerine uyum düzeyinin belirlenmesi için 5'li Likert Ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, işletmecilerin gıda güvenliği bilgi düzeyleri düşük, özellikle küçük ölçekli işletmelerin gıda güvenliği kriterlerine uyumlarının da yeterli olmadığı belirlenmiştir. DSYB ve bölgedeki diğer tarımsal kuruluşların üreticilerin gıda güvenliği kriterleri ve uygulamaları konusunda bilgilendirilmesinde daha etkin rol almaları önerilmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 08.01.2020

Kabul Tarihi : 24.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

Gıda Güvenliği

Uyum Düzeyi

Damızlık Sığır Yetiştiricileri

Birliği

Menemen

## Level of Compliance with Food Safety Criteria of the Dairy Farms which are Members of Cattle Breeders Association: The Case of Menemen District

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the level of compliance with food safety criteria in the dairy farms which are members of Cattle Breeders Association (CBA) in Menemen District which is one of the milk production regions of İzmir. The data of the study were obtained from the dairy farms through face-to-face surveys. Data were analyzed using by one-way ANOVA and Kruskal Wallis Test. A 5-point Likert Scale was used to determine the level of compliance with food safety criteria. The results of the research indicated that the food safety knowledge level of the farmers was low and the compliance of the small scale farms with the food safety criteria was not sufficient. It is recommended that CBA and other agricultural organizations in the region should take more active role in informing producers about food safety criteria and practices.

### Research Article

#### Article History

Received : 08.01.2020

Accepted : 24.02.2020

#### Keywords

Food Safety

Compliance Level

Dairy Cattle Breeders Association

Menemen

**To Cite :** Demirbaş N 2020. Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği Üyesi İşletmelerin Gıda Güvenliği Kriterlerine Uyum Düzeyi: Menemen İlçesi Örneği. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (3): 671-677. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.672096.

### GİRİŞ

İnsanların yaşamak, fiziksel ve mental gelişimlerini devam ettirmek için yeterli, dengeli ve güvenilir gıda alabilmeleri en temel haklarıdır (Çopur ve ark., 2010). Bu gıdaların başında da süt ve süt ürünleri gelmektedir (Demirbaş ve ark., 2002; Boz, 2013). Süt işletmeleri ise nüfusun bu temel besin ihtiyacını karşılamaktadır (Bozoglu ve ark., 2017). Gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için arz zinciri boyunca mevzuatla belirlenen kurallara uyulması zorunludur. Nitekim süt işleme sanayiinde hammadde alımlarında dikkate alınan birinci kural gıda güvenliği kriterlerine uygun kaliteli hammadde tedarigidir (Demirbaş ve

Karagözlü, 2006).

Çiftlikten sofraya gıda güvenliği yaklaşımı, özellikle, süt ürünleri gibi hayvansal kaynaklı işlenmiş gıda ürünlerinde, hayvancılık işletmelerinden başlayan ve arz zinciri boyunca özel ölçüm ve denetimler yapılmasını zorunlu kılan bir süreçtir. Bu nedenle, gıda güvenliği kriterlerine uygun ve kaliteli süt ve süt ürünleri üretimi için sadece sanayide gıda güvenliği sistemlerinin oluşturulması ve uygulanması yeterli değildir. Süt sanayii ile hammadde açısından organik bağı nedeniyle, süt hayvancılığı işletmelerinde de gıda güvenliği kriterlerine uyum vazgeçilmezdir (Demirbaş ve ark., 2012).



Türkiye’de gıda imal eden, işleyen ve ticaretini yapan kişiler gıda mevzuatı gereğince Türk Gıda Kodeksi’ne uymakla yükümlüdür. Bu çerçevede süt ve süt ürünleri işleyen işletmeler üretimleri esnasında yönetmeliklerde belirtilen gıda güvenliği ve kalite kriterleri, gıda katkı maddeleri, ambalajlama, ambalaj materyali, dağıtım ve depolama ile ilgili bazı kurallara uymak durumundadır. Bununla birlikte, süt ve süt ürünleri sanayiinin temel problemlerinden biri, güvenli ve kaliteli çiğ sütün devamlı bir şekilde temin edilememesidir. Süt hayvancılığı işletmelerinin küçük ve dağınık olması, sanayiinin yeterli ve güvenli süt teminini sınırlamaktadır. Üstelik yetiştiricilerin hijyen kuralları konusundaki bilgi düzeylerinin yeterli olmaması, sanayiinin gıda güvenliği ve kalite sorunlarına zemin hazırlamaktadır (Demirbaş ve Karagözlü, 2006).

Tarımsal üretimi arttırmanın, kaliteli ürün elde etmenin ve tarımla uğraşanların yaşam düzeylerini yükseltmenin en önemli yollarından biri, işletmecilerin etkili bir biçimde örgütlenmesidir (XiangyuGuo, 2010). Türkiye’de hayvancılık konusunda en aktif Birlik’lerden biri 1995 yılında (Resmi Gazete, 2016) kurulmuş olan Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği (DSYB) ’dir (Gül ve Tatlıdil, 2012). Bu çalışmanın amacı, İzmir ili Menemen ilçesinde faaliyet gösteren ve DSYB’ye üye olan süt sığırcılığı işletmelerinde işletmecilerin gıda güvenliği konusundaki bilgi ve gıda güvenliği kriterlerine uyum düzeylerini belirlemektir.

## MATERYAL ve METOT

Bu çalışmanın ana materyali Menemen İlçesinde DSYB’ye üye olan süt sığırcılığı işletmelerinde işletmecilerle yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Araştırma kapsamında görüşülecek üretici sayısı oransal örnek hacmi formülüyle hesaplanmıştır (Newbold, 1995).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{px}^2 + p(1-p)}$$

n: Örnek büyüklüğü

N: Menemen ilçesinde DSYB’ye üye işletme sayısı (145)

p: Gıda güvenliği kriterleri konusunda bilgi sahibi olan üretici oranı

$\sigma_{px}^2$ : Varyans

Araştırmada maksimum örnek hacmine ulaşmak için  $p=0,50$  alınmıştır. % 95 güven aralığı ve %9 hata payı ile örnek hacmi 66 işletme olarak belirlenmiştir. Anketlerin gerçekleştirildiği mahalleler DSYB’ye üye işletmelerin en fazla bulunduğu mahallelerden seçilmiştir. İlçedeki toplam işletmelerin %63,7’sinin bulunduğu 11 mahalle araştırma kapsamına dahil edilmiştir. Anketlerin mahalleler arasında dağılımında işletme sayılarının oransal katkıları dikkate alınmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Anket yapılan işletme sayılarının mahalleler itibariyle dağılımı

Table 1. Distribution of surveyed dairy farms by villages

| Mahalleler      | İşletme Sayısı | Anket Yapılan İşletme Sayısı |
|-----------------|----------------|------------------------------|
| Tuzçullu        | 18             | 12                           |
| Çavuşköy        | 9              | 6                            |
| Musabey         | 9              | 6                            |
| Görece          | 8              | 6                            |
| Kesikköy        | 8              | 6                            |
| Merkez-mermerli | 8              | 6                            |
| Maltepe         | 7              | 6                            |
| Seyrek          | 7              | 5                            |
| Süleymanlı      | 7              | 5                            |
| Telekler        | 6              | 4                            |
| Türkelli        | 6              | 4                            |
| Toplam          | 93             | 66                           |

İşletmecilerin gıda güvenliği kriterlerine uyumunun belirlenmesinde (1) en düşük, (5) en yüksek olacak şekilde, Beşli Likert Ölçeği kullanılmıştır. Çizelge 2 ‘den de görüleceği gibi işletmeler sağmal inek sayılarına göre üç gruba ayrılmıştır (Murat ve Sakarya, 2012).

Çizelge 2: Sağmal hayvan sayıları itibariyle işletme grupları

Table 2: Dairy farms groups by number of milking animals

| İşletme Grupları (Baş) | İşletme Sayıları | %     |
|------------------------|------------------|-------|
| $\leq 7$               | 23               | 34.8  |
| 8-19                   | 24               | 36.4  |
| $20 \leq$              | 19               | 28.8  |
| Toplam                 | 66               | 100.0 |

Araştırmada işletme grupları arasında belirlenen değişkenler açısından farklılık olup olmadığı, istatistiksel olarak test edilmiştir. Sürekli değişkenlerin normal dağılımına uygunluğu için Kolmogorov-Smirnov Testi’nden yararlanılmıştır. Normal dağılım gösteren değişkenler için Varyans Analizi (One-Way Anova), göstermeyen değişkenler için ise Kruskal-Wallis Testi uygulanmıştır (Kalaycı, 2010).

İşletmecilerin gıda güvenliği hakkındaki bilgi düzeylerinin belirlenmesinde 27 Aralık 2011 tarihli ve 28155 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Hayvansal Gıdalar için Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği’nde” çiğ süt üreten işletmelerin uyması gereken kriterler dikkate alınmıştır (Resmi Gazete, 2011a). Bilindiği gibi sözkonusu yönetmelik 17 Aralık 2011 tarihli ve 28145 sayılı gıda hijyeni yönetmeliğine (Resmi Gazete, 2011b) atıf yapılarak hazırlanmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### İşletmecilerin ve İşletmelerin Genel Özellikleri

İşletmecilerin özellikleri olarak; yaş, eğitim ile tarım

ve süt hayvancılığı deneyimleri ele alınmıştır. İşletmecilerin yaş ortalaması yaklaşık 48 yıl, eğitim süresi 7 yıl, tarım sektöründeki deneyimleri 28 yıl, süt sığırcılığındaki deneyimleri ise yaklaşık 24 yıldır. Ele alınan değişkenlerden normal dağılışı gösteren

işletmeci yaşı için One-way Anova testi, normal dağılışı göstermeyen diğer üç değişken için ise Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. Değişkenlerin dördü için de grup ortalamaları arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamaktadır (Çizelge 3).

### Çizelge 3: İşletmecilerin genel özellikleri

Table 3: General characteristics of the farmers

| İşletme grupları   | İşletmecinin yaşı | İşletmecinin eğitimi | Tarım sektöründeki deneyimi | Süt sığırcılığı deneyimi |
|--------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1.Grup (n=23)      | 44.9              | 7.0                  | 26.7                        | 23.9                     |
| 2.Grup (n=24)      | 48.8              | 6.3                  | 26.4                        | 23.6                     |
| 3.Grup (n=19)      | 50.8              | 7.4                  | 30.9                        | 23.9                     |
| Genel Toplam(n=66) | 48.2              | 6.9                  | 28.0                        | 23.8                     |
| P Değeri**         | -                 | 0.598                | 0.34                        | 0.983                    |
| Khi-Kare Değeri    | -                 | 1.029                | 2.138                       | 0.034                    |
| P Değeri ***       | 1.502             | -                    | -                           | -                        |
| F Değeri           | 0.231             | -                    | -                           | -                        |

\*\*Kruskal Wallis testi \*\*\*One-way Anova testi

İşletmelerin ortalama arazi genişliği 138.92 da olup; parsel sayısı 6.14'tür. Mülk arazi ortalaması 75.54 da, ortalama kiralanan arazi varlığı ise 61.95 da'dır. İşletmelerde ortalama silajlık yem bitkileri alanı 53.11 dekar olup; silajlık yem bitkileri üreten işletmeler, ihtiyaçlarının %85.91'ini kendi işletmelerinden karşılamaktadır.

İncelenen işletmelerin ortalama gelirlerinin %53.7'si hayvancılıktan elde edilmektedir. İşletmecilerin %92.4'ü Ziraat Odası'na üyedir. DSYB dışında üye olunan tarımsal kuruluşlar sırasıyla; Tarım Kredi Kooperatifi (%43.9), Süt Üreticileri Birliği (%37.9), Sulama Kooperatifi %34.8 ve Kırmızı Et Üreticileri Birliği (%13.6)'dir.

Araştırma alanındaki süt sığırcılığı işletmeleri genellikle küçük işletmeler olup; yapısal ve teknik açıdan yetersizlikleri sözkonusudur. İşletmelere ilişkin yapısal bulgular İzmir'in farklı üretim bölgeleri (Demirbaş ve ark., 2008; Demirbaş ve ark., 2009; Demirbaş ve ark., 2012), farklı illeri (Armağan ve ark., 2009; Bozoglu ve ark., 2017) ve bazı ülkelerle (Kumar ve ark., 2017) ilgili yapılan araştırmaların bulguları ile benzerlik göstermektedir.

### İşletmelerde Pazarlama Kanalları ve Ortalama Fiyat

İşletmecilerin yaklaşık %78'i sütü yöresel mandıralara ve %16'sı doğrudan tüketicilere sattıklarını ifade etmişlerdir. Sadece dört işletme süt fabrikalarına süt satmaktadır. Süt fiyatı, sütün satıldığı yerlere göre farklılık göstermektedir. Buna göre yöresel mandıralara bir litre sütün teslim fiyatı 1.29 TL (en düşük) iken, doğrudan tüketiciye satış fiyatı 2.30 TL (en yüksek) seviyededir (Çizelge 4).

İşletmelerin %73.3'ünde süt fiyatı kalite özelliklerine göre değişmemektedir. Süt fiyatının kalite özelliklerine göre değişmediğini belirtenlerin oranı, 1.gruptaki işletmelerde yaklaşık %91 iken, 3.

gruptaki işletmelerde yaklaşık %58'dir. Büyük işletmelerde oranın düşük olması, süt fabrikalarının daha çok büyük işletmelerden ve süt toplama merkezlerinden hammadde tedarik etmesi ile ilgilidir.

### Çizelge 4: İşletmelerde sütün pazarlama kanalları ve ortalama süt fiyatları (TL)

Table 4: Milk marketing channels and average milk prices in the farms

| Pazarlama Kanalları | Sayı | %     | Süt fiyatı (TL) |
|---------------------|------|-------|-----------------|
| Yöresel mandıra     | 52   | 77.6  | 1.29            |
| Kendisi satıyor     | 11   | 16.4  | 2.30            |
| Süt fabrikaları     | 4    | 5.9   | 1.32            |
| Toplam*             | 67   | 100.0 |                 |

\* Bir işletmeci birden fazla yere satış yapmaktadır.

### Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Gıda Güvenlik Kriterlerine Uyumu

#### Sütün kalite özellikleri

Sütün kalite özellikleri, içerdiği kuru madde oranı, yağ oranı, toplam bakteri sayısı ve somatik hücre sayısı ile belirlenmektedir. Sütün kalite özelliklerine ilişkin işletmelerde olması gereken standartlar, Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'nde (Resmi Gazete, 2000) belirtilmiştir.

İncelenen işletmelerde işletmecilerin sütün kalite özellikleri konusunda, bilgi eksikliği olduğu saptanmıştır. İşletme grupları itibarıyla incelendiğinde 1. grupta yer alan işletmecilerin tamamı, üretilen sütün somatik hücre ve canlı bakteri sayısının, yaklaşık %87'si ise üretilen sütün kuru madde oranının hangi sınırlar arasında olması gerektiğini bilmediğini belirtmiştir. 3. gruptaki işletmecilerin ise yaklaşık %68'i üretilen sütün kuru madde oranının, %47'si somatik hücre sayısının, %47'si canlı bakteri sayısı sınırlarını bildiğini ifade etmişlerdir. İşletme ölçeği büyüdükçe işletmecilerin sütün kalite özelliklerini bilme durumu artmaktadır.

Araştırmanın bu bulgusunu mevcut literatür de desteklemektedir (Armağan ve ark., 2009; Demirbaş ve ark., 2012).

### İşletmelerde süt analizi yaptırılma durumu

Mevcut yönetmelikler gereği süt çiftliklerinde üretilen sütlerin analiz edilmesi gerekmektedir (Resmi Gazete, 2011a, Resmi Gazete, 2011b). İncelenen işletmelerde süt analizi yaptıran işletmecilerin oranı yaklaşık %26 gibi düşük bir düzeydedir. Süt analizi yaptırmayan işletmecilerin oranı 1. gruptaki işletmelerde %82.6'dır. 3.gruptaki işletmelerde ise süt analizi yaptıran işletmecilerin oranı %52.6'dır.

İncelenen işletmelerde süt sığırcılığı faaliyetlerine ilişkin uygulamalarda hayvan sağlığı ve hijyeni ile ilgili bazı kriterlerin çoğunlukla yerine getirildiği tespit edilmiştir. Ancak diğer bazı kriterlerin yerine getirilmesinde ise kısıtlar göze çarpmaktadır. Nitekim işletmecilerin %92.4'ü mastitisli hayvanların sağım

sırasına önem verdiklerini ve mastitisli hayvanların sağımından sonra meme başlıkları ve süt kovanını yıkadıklarını belirtmişlerdir. Buna rağmen, işletmecilerin sadece %15.2'si sağımından sonra memelere dezenfektan uygulamakta ve yine sadece %6.1'i hayvanların içme ve meme yıkama suyunu analiz ettirmektedir (Çizelge 5).

### İşletmecilerin Gıda Güvenliği Kriterlerine ve Uygulamalarına İlişkin Bilgi ve Uyum Düzeyleri Gıda Güvenliği Kriter ve Uygulamalarına İlişkin Bilgi Düzeyleri

İşletmecilere öncelikle gıda güvenliği kavramını duyup duymadıkları sorulmuştur. İşletmecilerin yaklaşık olarak %58'i gıda güvenliği kavramını duyduğunu ifade etmiştir. İşletme grupları arasında bilgi düzeyi açısından istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Çizelge 5: İşletmecilerin hayvan sağlığı ve hijyenine ilişkin kriterlere uyumu

Table 5: The farmers' compliance with the criteria of animal health and hygiene

| İşlemler   | Evet %  | Hayır%  |
|--|---------|---------|
| Mastitisli hayvanların sağım sırasına önem verilmesi                               | 61 92.4 | 5 7.6   |
| Mastitisli hayvanların sağımından sonra meme başlıkları ve süt kovanının yıkanması | 61 92.4 | 5 7.6   |
| Kuruya çıkarılacak ineklere tek sağım yönteminin uygulanması                       | 58 87.9 | 8 12.1  |
| Antibiyotikli sütün diğer sütlerden ayrı bir şekilde saklanması                    | 47 71.2 | 19 28.8 |
| Sağım sırasında ineklere yem verilmesi   | 43 65.2 | 23 34.8 |
| Kuruya çıkarılacak ineklere kuru dönem tedavisi uygulanması                        | 38 57.6 | 28 42.4 |
| Sağım yapılacak ineğin memelerinin dezenfekte edilmesi                             | 29 43.9 | 37 56.1 |
| Sağım yapılan alanda sağımıcının el yıkaması için sabun ve lavabo bulunması        | 29 43.9 | 37 56.1 |
| Sağım aralığının mevsimlere göre değişimi  | 25 37.9 | 41 62.1 |
| Sağım sonlarında meme masajı uygulaması  | 20 30.3 | 46 69.7 |
| Mastitisli hayvanların sütünün diğer sütlerle karıştırılmaması                     | 14 21.2 | 52 78.8 |
| Sağım sonrasında memelere dezenfektan uygulanması                                  | 10 15.2 | 56 84.8 |
| Hayvanların içme ve meme yıkama suyunun analiz ettirilmesi                         | 4 6.1   | 62 93.9 |

Üreticiler gıda güvenliği kavramı hakkında bilgi sahibi olmayabilir ancak gıda güvenliği uygulamalarını yerine getirebilir. Bu nedenle, işletmecilerin gıda güvenliği kriter ve uygulamalarına ilişkin bilgi düzeyleri incelenmiştir. Elde edilen bilgilere göre, sağım ünitesinin sürekli temiz olması gerektiğini bilenlerin oranı %89.4, hastalık belirtisi veya bulaşma riski taşıyan hayvanların ayrılması gerektiğini bilenlerin oranı %84.8, sağım makinelerinin vakumunun düzenli olması gerektiğini bilenlerin oranı %80.3, sağımda kullanılan alet ekipmanların dezenfekte edilmesi gerektiğini bilenlerin oranı %77.3, işletmeye alınan girdilerin içeriğinin kontrol edilmesi gerektiğini bilenlerin oranı ise %72.7'dir. Süt soğutma tankının derecesinin +6 dereceden fazla olmaması gerektiğini bilmeyenlerin oranı %51.5, sağımıcının 3 ve 6 aylık dönemlerde sağlık kontrollerinden geçirilmesi gerektiğini bilmeyenlerin oranı ise %42.4'dür (Çizelge 6).

### Gıda Güvenliği Kriterlerine Uyum Düzeyi

İşletmecilerin gıda güvenliği kriterlerine uyumu 5'li Likert Ölçeği ile kurgulanan yargılarla ölçülmüştür (Çizelge 7).

İşletmecilerin en yüksek ölçek ortalaması ile (4.61) katıldıkları kriter "sağımından önce ineklerin memeleri yıkanmaktadır" kriteridir. Ölçek ortalamaları itibariyle en fazla katılım sağlanan diğer kriterler sırasıyla; "hayvanlara verilen yemlerin küf vb. içerip içermediğini kontrol ederim (4.44)", "veteriner hekime danışmadan antibiyotik kullanmam (4.27)", "işletmede kullanılan girdilerin sağlık açısından güvenli olup olmadığını kontrol ederim (4.11)", işletmedeki süt depolama alanı temiz ve hijyeniktir (3.91)", "sağımından önce ineklerin memeleri kontrol edilmektedir (3.91)", "işletmede sağım yapılan alan temiz ve hijyeniktir (3.80)", "ahırın zemini ve altlık malzemesinin hayvan sağlığı açısından uygunluğuna dikkat ederim (3.55)" ve "kullanılan sağım makinelerinin temizliği eksiksiz olarak yapılmaktadır (3.53)" kriterleri olmuştur.

Çizelge 6: İşletmecilerin gıda güvenliği kriter ve uygulamalarına ilişkin bilgi düzeyleri  
Table 6: Knowledge levels of the farmers on food safety criteria and applications

| Kriterler   | Biliyorum |      | Bilmiyorum |      | Biliyorum ama uygulamıyorum |      |
|---|-----------|------|------------|------|-----------------------------|------|
|   |           | %    |            | %    |                             | %    |
| Sağım ünitesinin sürekli temiz olması gerektiğini                                       | 59        | 89.4 | 1          | 1.5  | 6                           | 9.1  |
| Hastalık belirtisi veya bulaşma riski taşıyan hayvanların ayrılması gerektiğini         | 56        | 84.8 | 4          | 6.1  | 6                           | 9.1  |
| Sağım makinelerinin vakumunun düzenli olması gerektiğini                                | 53        | 80.3 | 7          | 10.6 | 6                           | 9.1  |
| Sağımda kullanılan alet ekipmanlarının dezenfekte edilmesi gerektiğini                  | 51        | 77.3 | 5          | 7.6  | 10                          | 15.2 |
| İşletmeye alınan girdilerin içeriğinin kontrol edilmesi gerektiğini                     | 48        | 72.7 | 2          | 3.0  | 16                          | 24.2 |
| Soğutma tankı derecesinin +6 dereceden fazla olmaması gerektiğini                       | 27        | 40.9 | 34         | 51.5 | 5                           | 7.6  |
| Hayvanların sağlık kayıtlarının tutulması gerektiğini                                   | 19        | 28.8 | 9          | 13.6 | 38                          | 57.6 |
| Süt sağan kişilerin 3 ve 6 aylık dönemlerde sağlık kontrolünden geçirilmesi gerektiğini | 17        | 25.8 | 28         | 42.4 | 21                          | 31.8 |

Çizelge 7 İşletmecilerin gıda güvenliği kriterlerine uyum düzeyi  
Table 7: Level of compliance with food safety criteria of the farmers

|  | 1.Grup | 2.Grup | 3.Grup | Genel Ortalama |
|--|--------|--------|--------|----------------|
| Sağımdan önce ineklerin memeleri yıkanmaktadır   | 4.39   | 4.63   | 4.84   | 4.61           |
| Hayvanlara verilen yemlerin küf vb. içerip içermediğini kontrol ederim**                   | 4.22   | 4.42   | 4.74   | 4.44           |
| Veteriner hekime danışmadan antibiyotik kullanmam***                                       | 3.96   | 4.25   | 4.68   | 4.27           |
| Kullanılan girdilerin sağlık açısından güvenli olup olmadığını kontrol ederim***           | 3.83   | 4.13   | 4.42   | 4.11           |
| İşletmedeki süt depolama alanı temiz ve hijyeniktir**                                      | 3.48   | 3.92   | 4.42   | 3.91           |
| Sağımdan önce ineklerin memeleri kontrol edilmektedir                                      | 3.78   | 3.88   | 4.11   | 3.91           |
| İşletmede sağım yapılan alan temiz ve hijyeniktir**  | 3.39   | 3.83   | 4.26   | 3.80           |
| Ahırın zemini ve altlık malzemesinin hayvan sağlığı açısından uygunluğuna dikkat ederim**  | 3.13   | 3.67   | 3.89   | 3.55           |
| Kullanılan sağım makinelerinin temizliği eksiksiz olarak yapılmaktadır**                   | 3.09   | 3.63   | 3.95   | 3.53           |
| Sürüdeki tüm hayvanların sağlığı kontrol ettirilmektedir**                                 | 3.09   | 3.25   | 3.84   | 3.36           |
| Sağım yapan kişiler sağım öncesi ve sağım sonrası tüm temizlik kurallarına uymaktadırlar** | 2.87   | 3.38   | 3.79   | 3.32           |
| Ahırın havalandırma sistemi her mevsime uygundur**   | 2.78   | 2.92   | 3.68   | 3.09           |
| Sağımda çalışanlar belirli aralıklarla sağlık kontrolünden geçmektedirler**                | 2.26   | 2.79   | 3.16   | 2.71           |
| Yıkama suyu dezenfektan içermektedir**   | 1.52   | 2.04   | 2.42   | 1.97           |
| İneğin memesi yıkandıktan sonra kâğıt havlu ile silinir ve kurulanır                       | 1.57   | 1.92   | 2.26   | 1.89           |

\*1:Hiç Katılmıyorum, 2:Kısmen Katılıyorum, 3:Orta Derecede Katılıyorum, 4:Katılıyorum, 5:Tamamen Katılıyorum

\*\*Kruskal Wallis testine göre p<0.05 için anlamlıdır.

\*\*\* Kruskal Wallis testine göre p<0.1 için anlamlıdır.

İşletme gruplarına göre işletmeciler “hayvanlara verilen yemlerin küf vb. içermediği kontrol edilmektedir”, “veteriner hekime danışmadan antibiyotik kullanılmamaktadır”, “işletmede kullanılan girdilerin sağlık açısından güvenli olup olmadığına dikkat edilmektedir”, “işletmedeki süt

depolama alanı temiz ve hijyeniktir” ve “işletmede sağım yapılan alan temiz ve hijyeniktir”, “ahırın zemini ve altlık malzemesinin hayvan sağlığı açısından uygun olup olmadığına dikkat ederim”, “kullanılan sağım makinelerinin temizliği eksiksiz olarak yapılmaktadır”, “sürüdeki tüm hayvanların

sağlığı kontrol ettirilmektedir”, “sağım yapan kişiler sağım öncesi ve sağım sonrası tüm temizlik kurallarına uymaktadırlar”, “ahırın havalandırma sistemi her mevsime uygundur”, “sağımda çalışanlar belirli aralıklarla sağlık kontrolünden geçmektedirler” ve “yıkama suyu dezenfektan içermektedir” ifadelerine katılım düzeylerinde istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık vardır. Söz konusu ifadeler büyük işletmelerin işletmecilerinin daha fazla katıldıkları belirlenmiştir. Büyük işletmelerde gıda güvenliği farkındalığının ve uygulamalarının daha yaygın olduğunu önceki çalışmalar da teyit etmektedir (Armağan ve ark., 2009; Demirbaş ve ark., 2012; Kumar ve ark., 2017; Yang ve ark., 2019).

## SONUÇ

İşletmelerin yaklaşık %96'sında süt sağım makinesi bulunmasına rağmen, süt hijyeni için önemli ve gerekli olan süt soğutma tankı işletmelerin sadece %26'sında bulunmaktadır. Bu durum işletmelerin gıda güvenliği kriterlerine uyumunu engellemekte ve kaliteli çiğ süt üretimini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle çiğ sütün sağımdan hemen sonra, soğuk zincire alınmasını sağlayacak süt soğutma tanklarının mahalleler ve/veya işletmelere tedarik edilmesine yönelik hibe ve düşük faizli kredi desteklerinin sağlanması gerekli görülmektedir. Bu çabaların küçük üreticiler tarafından gösterilebilmesi zordur. Hibe ve benzeri destekler için projeli destek başvurularını üreticilerin tek başlarına yapabilmesi olası görülmemektedir. Yine, araştırma alanında sütün soğuk zincir ile arzının sağlanması için etkin bir kooperatif de bulunmamaktadır. Özellikle küçük işletmelerin kooperatif çatısı altında birleşmeleri süt üretiminin gıda güvenliği kriterlerine uygun ve kaliteli üretilmesi açısından yararlı kabul edilmektedir (Zhou ve Jin, 2009; Mangnus ve PETERS, 2010; Chlebicka ve Pietrzak, 2018; EU 2019). Üstelik, mevcut desteklerden yararlanmayı olanaklı kılmak kooperatifler açısından daha kolay olabilecektir.

İşletmecilerin büyük bir bölümünün sütün kalitesini belirleyen; kuru madde oranı, somatik hücre sayısı, canlı bakteri sayısı gibi kriterlerin gerekli sınırlarını bilmemeleri ve bu kalite özelliklerini ölçmeye yarayan araç-gereçleri işletmelerinde bulundurmamaları gıda güvenliğinin sağlanmasını güçleştirmekte ve yörede gıda güvenliğine yönelik bilgilendirme çalışmalarının yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Diğer taraftan araştırma alanındaki işletmecilerin süt sığırcılığı faaliyeti ve gıda güvenliği ile ilgili DSYB'den yeterince faydalanmadığı da gözlemlenmiştir. Oysa ki, DSYB'leri üyelerine; üyelerin gelirini artırmak, kaliteli ve hijyen şartlarına uygun ürün elde etmek, uygun yem üretimi yapmak, modern ahır sistemleri kurmak, modern süt sağım tekniklerini öğretmek, kayıt sistemi geliştirmek, hayvanların uygun şartlarda beslenmesini sağlamak, üretilen sütün

kaliteli ve güvenli bir şekilde muhafazası sağlamak gibi konularda eğitimler verebilmektedir. Bu eğitim faaliyetleri bire bir işletme ziyaretleri, panel, toplantı, seminer şeklinde olabildiği gibi, konu ile ilgili yapılan projeler çerçevesinde de yürütülebilmektedir. İşcan ve ark., (2010), bazı üretici birliklerinin üyelerini bilgilendirme amacıyla belli aralıklarda gazete, dergi, broşür de dağıttığını bildirmektedir. Araştırmanın önemli bir diğer sonucu, DSYB'nin üye işletmelere hayvan bakımı, beslemesi, sağlığı ve gıda güvenliği konularında yeterli hizmet sağlayamamasıdır. Bu sorun, Kılıç Topuz ve Bozoğlu (2016), Demirbük ve Kızılaslan (2019) ile Demirbük ve Kızılaslan (2020)'in çalışmalarında da dile getirilmektedir. Üretici örgütlerinin üyelerine fayda yaratmada yetersizliği örgütlerin başarısını da olumsuz etkilemektedir (Albayram ve ark., 2014; Grashuis ve Cook, 2019).

Görüşülen işletmelerin büyük çoğunluğu üretilen sütü bölgelerindeki mandıralara satmaktadır. Mandıralar başta olmak üzere süt alıcılarının büyük çoğunluğu satın aldıkları sütlerde kalite özelliklerine göre fiyatlandırma yapmamaktadır. Halbuki, sütün içeriğine göre farklı fiyat uygulaması işletmecileri daha hijyenik ve kaliteli çiğ süt üretimine teşvik edebilecektir.

İşletmelerde üretilen çiğ sütün çok azının (%26) işletmeci veya alıcı aracılığıyla analizi yaptırıldığından dolayı, gıda güvenliği kriterlerine uygun olmayan sütler de pazarlanmış olmaktadır. Bunun için, üreticiye süt analizi desteği verilebilir. Diğer yandan işletmelerde hayvan sağlığı ve hijyenine ilişkin kriterlere çoğunlukla uyulması, olumlu bir sonuç olarak değerlendirilmekte ve işletmelerde gıda güvenliğinin oluşturulması açısından önemli görülmektedir.

## Teşekkür

Saha çalışmasındaki katkılarından dolayı Zir.Müh.Serdar GÜLER ve Zir.Müh.Gökay ŞEN'e ve analizlerin kontrolündeki katkılarından dolayı Dr. Duygu Tosun'a teşekkür ederim.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Albayram Doğan Z, Yercan M, Uzmay A 2014. The Problems and Suggested Solutions about Farmer's Organizations in Dairy Cattle, 25th International Scientific-Expert Congress on Agriculture and Food Industry-Izmir, p.41-44.
- Armağan G, Koç A, Özden A 2009. Food Safety at the Dairy Farm Level: Knowledge, Practices and Attitudes of Farmers. *Michwissenschaft* 64 (1): 6-9.
- Boz İ 2013. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Yapısı, Sorunları ve Çözüm

- Önerileri. KSÜ Tarım ve Doğa Bilimleri Derg 16(1): 24-32.
- Bozoglu M, Saglam O, Topuz BK 2017. Economic Sustainability of Family Dairy Farming within the Scope of Technical Efficiency: A Case Study of Bafra District, Turkey. *Custos e agronegocio* 13 (2): 295-316.
- Chlebicka A, Pietrzak M 2018. Size of Membership and Survival Patterns of Producers' Organizations in Agriculture-Social Aspects Based on Evidence from Poland. *Sustainability* 10(7): 2293.
- Çopur Ö, Yonak S, Şenkoyuncu A 2010. Gıda Güvenliği ve Denetim Sistemi, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Demirbaş N, Karagözlü C, Akbulut N 2002. Dünya ve Türkiye'de Süt ve Süt Ürünleri Sanayiinde Gelişmeler. İTO, Yayın No: 2002-7, İstanbul, 171 sy.
- Demirbaş N, Karagözlü C 2006. The Problems of Raw Material Supply of the Turkish Dairy Industry and Suggestions:Case of İzmir. *Agricultura Tropica and Subtropica* 39(2):110-113.
- Demirbaş N, Gölge E, Tosun D, Çukur F 2008. Food Safety Practices in Milk Collection Centers in Turkey: A Case Study. *British Food Journal* 110(8): 781-789.
- Demirbaş N, Tosun D, Çukur F, Gölge E 2009. Practices in Milk Collection Centres for Quality Milk Production: A Case from the Aegean Region of Turkey. *New Medit VIII* (3): 21-27.
- Demirbaş N, Tosun D, Çukur F, Yıldız Ö 2012. Food Safety Practices on Dairy Farms in Turkey: A Case Study of İzmir Province. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 11: 2191-2195.
- Demirbük M, Kızılaslan N 2019. Socio-economic Analysis of Breeders, Breeders' Associations and Member Relations, A Case Study of Sivas, 3rd International Conference on Food and Agricultural Economics, 25-26th April 2019, Alanya, p. 199-212.
- Demirbük M, Kızılaslan N 2020. Islah Amaçlı Yetiştirici Birlikleri ile Üyeleri Arasındaki İlişkilerin Analizi: Sivas İli Örneği. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 23 (1): 194-211.
- EU 2019, Study of the Best Ways for Producer Organisations to be Formed, Carry Out Their Activities and be Supported. Luxembourg: Publications Office of the EU, Luxembourg, 158 p.
- Grashuis J, Cook ML 2019. A Structural Equation Model of Cooperative Member Satisfaction and Long-Term Commitment. *International Food and Agribusiness Management Review* 22 (2): 247-263.
- Gül U, Tatlıdil H 2012. Hayvancılığa Yönelik Yürütülen Yayım ve Eğitim Faaliyetlerinde Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğinin Rolü. *AÜZF Tarım Ekonomisi Bölümü Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 5(2): 64-67.
- İşcan U, Özder M, Önal AR 2010. Tekirdağ Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'ne Üye İşletmelerin Gelişim Süreci ve Bugünkü Durumu. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(2):131-137.
- Kalaycı Ş 2010. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayıncılık, Ankara, 426sy.
- Kılıç Topuz B, Bozoğlu M 2016. Tarımsal Üretici Birliklerinde Performans Ölçümü. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 31 (2016): 360-369.
- Kumar A, Thapa G, Roy D, Joshi P K 2017. Adoption of Food Safety Measures on Milk Production in Nepal: Impact on Smallholders' Farm-Gate Prices and Profitability. *Food Policy* 70: 13-26.
- Mangnus E, Piters BS 2010. Dealing with Small Scale Producers-Linking Buyers and Producers. [http://www.kit.nl/wp-content/uploads/2018/08/1718\\_dealing-with-small-scale-producers.pdf](http://www.kit.nl/wp-content/uploads/2018/08/1718_dealing-with-small-scale-producers.pdf).
- Murat H, Sakarya E 2012. Orta Anadolu Bölgesi Damızlık Sığır Yetiştirici Birliklerine Bağlı Süt Sığırçılık İşletmelerinin Ekonomik Analizi. *Vet Hekim Der Derg* 83 (1): 5-14.
- Newbold P., 1995, *Statistics for Business and Economics*, New Jersey:Prentice Hall Int., USA. 867 p.
- Resmi Gazete 2000. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği (Tebliğ No: 2000/ 6). Tarih: 14.02.2000, Sayı::23964.
- Resmi Gazete 2011a. Hayvansal Gıdalar için Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği. Tarih: 27.12.2011, Sayı:28155..
- Resmi Gazete 2011b. Gıda Hijyeni Yönetmeliği. Tarih: 17 Aralık 2011, Sayı: 28145.
- Resmi Gazete 2016. Islah Amaçlı Hayvan Yetiştirici Birliklerinin Kurulması ve Hizmetleri Hakkında Yönetmelik, Tarih: 26 Ağustos 2016, Sayı : 29813.
- XiangyuGuo M 2010. Study on Functions of the Agriculture Cooperative in Food Safety. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 1 (2010) 477-482.
- Yang X, Kevin ZC, Kong X 2019. Factors Affecting the Adoption of on-Farm Milk Safety Measures in Northern China: An Examination from the Perspective of Farm Size and Production Type. *Journal of Integrative Agriculture* 18(2): 471-481.
- Zhou J, Jin S 2009. Adoption of Food Safety and Quality Standards by China's Agricultural Cooperatives:A Way out of Monitoring Production Practices of Numerous Small-Scale Farmers? *International Association of Agricultural Economists Conference August 16-22, 2009*, p.1-19. Beijing, China.

## The Role of Social Capital in the Formation of Entrepreneurship Skills on Agricultural Farms

Kemalettin AĞIZAN<sup>1\*</sup>, Zeki BAYRAMOĞLU<sup>2</sup>

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü Konya

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2340-2614>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3258-3848>

✉: agizankemalettin@gmail.com

### ABSTRACT

Social capital is important in the formation of entrepreneurship, consisting of cultural values of society, confidence, norm and social relations. Accordingly, the main objective of this study was to examine the relationship between the social capital and the entrepreneurial skills of agricultural farms. In accordance with this purpose, the stratified random sampling method was used for sampling. A survey was conducted with 76 agricultural farms determined according to this method. The reliability and validity tests of the scales used in the study were carried out, and the social capital and entrepreneurship skills were divided into dimensions, respectively. A significant relationship was determined by correlation analysis to calculate the degree of binary changes between the dimensions. In order to determine whether there is a significant relationship between social capital and entrepreneurship skills, which is the main aim of the study, structural equality model is established. According to the results of the analysis, it was determined that there was a significant and positive relationship between social capital dimensions and entrepreneurship skills.

### Research Article

#### Article History

Received : 07.01.2020

Accepted : 20.02.2020

#### Keywords

Agriculture farms

Entrepreneurship skills

Path analysis

Social capital

## Tarım İşletmelerinde Girişimci Becerilerinin Oluşmasında Sosyal Sermayenin Rolü

### ÖZET

Sosyal sermaye, toplumun kültürel değerlerinden, güven, norm ve sosyal ilişkilerinden oluşarak girişimciliğin oluşturulmasında önemli bir rol oynar. Buna göre bu çalışmanın temel amacı sosyal sermayenin ve tarım işletmecilerinin girişimcilik becerileri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bu amaç doğrultusunda popülasyondan örnek çekmede tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle belirlenen 76 tarım işletmecisi ile anket yapılmıştır. Araştırmada kullanılan ölçeklerin güvenilirlik ve geçerlilik testleri yapılmış olup, sosyal sermaye 5 boyutlu bir yapıya ve girişimcilik becerileri ise 3 boyutlu bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Boyutlar arasında ikili değişimlerin derecesini hesaplamak için yapılan korelasyon analiziyle boyutlar arasında anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Çalışmanın temel amacı olan sosyal sermaye ile girişimcilik becerileri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek için ise yapısal eşitlik model kurulmuştur. Yapılan analiz sonucunda elde edilen bulgulara göre sosyal sermaye boyutları ile girişimcilik becerileri arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişkinin var olduğu belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 07.01.2020

Kabul Tarihi : 20.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

Tarım İşletmeleri

Girişimcilik Becerileri

Path analizi

Sosyal Sermaye

**To Cite** : Ağızan K, Bayramoğlu Z 2020. The Role of Social Capital in the Formation of Entrepreneurship Skills on Agricultural Farms. KSU J. Agric Nat 23 (3): 678-686. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.671706.

### INTRODUCTION

Social capital in agricultural entrepreneurship is the degree of creating social relationships and confidence. The social capital of agricultural farms includes relationships like the subjective norm, cultural values, confidence, initiative and volunteerism, which are at

the base of the social relationships of the actors in the sector. All these relationships facilitate collaboration, information sharing and joint action among farms. This task of social capital will facilitate the activities of entrepreneurs and provide productive results like physical capital. With the increase in the social capital levels of the entrepreneur active in the rural area,

production costs will be reduced, and the social problems will be overcome by the increasing confidence factor. Also, social capital is an important resource for entrepreneurs with low income, low education levels, and with limited access to physical and economic capital.

Therefore, the agriculture sector has a high dependence to climatic factors and needs external financial resources (Dbeyss and Engindeniz, 2011). Therefore, when there are no risk on management strategies such as credit or insurance, high social capital strength became an important risk management strategy of entrepreneurs against these shocks. In this way, the productivity of entrepreneurs in the agricultural sector could be increased and new applications and innovations could be adopted. While this relationship between social capital and entrepreneurs showing similar characteristics for all sectors, the population in the agricultural sector is more homogenous than the other sectors. Having stronger individual relationships and family ties in the agricultural sector leads to the formation of robust social capital. Therefore, the main objective of the study was to examine the relationship between entrepreneurship and social capital in the agricultural sector.

Social capital studies are usually related to social sciences, and studies including the relationship between social capital and poverty, the role of social capital in economic development, the relationship between civil society and social capital, the impact of social capital on farms success, sharing knowledge, the determinants of social capital, the relationship between social capital and efficiency, and the measurement of social capital (Karagül and Dündar, 2006; Özdemir, 2008; Eşki, 2009; Kovacı et al., 2009; Göksel et al., 2010; Duman and Alacahan, 2011; Ardahan, 2012). Studies that examine the relationship between entrepreneurship and social capital are limited (Yetim, 2002; Akyazı, 2014; Tarhan et al., 2016). The studies about social capital in rural areas is usually related to the desire to live in rural areas (Keleş et al., 2015), the formation (Keleş, 2014) and the elements of social capital (Çekiç and Tuba, 2009). This study becomes very important since the studies about analyzing the relationship between the entrepreneur in the agricultural sector and social capital in sectorial dimension is inadequate (Sharp and Smith, 2003). The main purpose of this study was to determine the relationship between entrepreneurial skills and social capital. In this context, structural equation model has been established in order to determine the relationship between the entrepreneurship skills and the social capital of the agricultural farms in Çumra, Konya. With the help of the results obtained with this model, suggestions were given to policymakers and practitioners to establish new alternative development

models in agricultural farms.

## **MATERIAL and METHOD**

Primary and secondary data were used within the scope of the study and primary data were obtained through a survey. Being suitable for the purpose of the research, Çumra district of Konya with high entrepreneurial characteristics of agricultural farms, was chosen as the study location (Bayramoğlu et al., 2019). The stratified random sampling method was used in order to get the variation coefficient more than 75% in the sampling from the population and to evaluate the farms as homogenous. By using 90% confidence interval and 5% error, a total of 76 sample agricultural farms were interviewed.

In the scope of the research, 76 agricultural farms were surveyed in order to determine the relationship between social capital and entrepreneurial skills. While conducting the survey, 2 different scales were prepared under the headings of social capital and entrepreneurship skills. The scales were prepared according to the 5th scale and are determined as 1 = very low, 2 = low, 3 = medium, 4 = high, 5 = very high in the classification of scales. In addition, more than one study was used while preparing the social capital scale (Onyx and Bullen, 2000; Paldam and Svendsen, 2000; Hudson and Chapman, 2002), and the scale created by Ağızan (2018) was used to determine entrepreneurial skills. The items in the original scale of the social capital scale are given in Table 1 and items of entrepreneurship skills are given in Table 2. It was excluded from factor analysis since it did not match any items with social capital scale items or because it was not possible to explain matched items with theory. All items related to entrepreneurship skills were used in the study.

Some tests are required to determine the consistency and suitability of the prepared scales. In the literature, Cronbach's Alpha value is used to test the reliability of the survey containing the Likert type question scales. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test is used to determine whether the scales were suitable for factor analysis and factor analysis was performed because the result obtained was greater than 0.5. After factor analysis, correlation analysis was performed to determine the relationship between the dimensions, and structural equality model is established to determine the degree of relationship between each dimension. The structural equation model prepared with the help of SPSS AMOS program which is a very useful model for displaying multiple dependent variables and independent variables in the same graph.

## **RESULTS and DISCUSSION**

In order to understand the entrepreneurship skills and social capitals of agricultural enterprises, the socioeconomic characteristics of enterprises should be



Table 1. Social Capital Scale

*Çizelge 1. Sosyal Sermaye Ölçeği*

---

Most people in Konya are honest and trustworthy.  
I go to another village or city to visit my relatives.  
I think that helping others is to help yourself in the long term.  
In this city, people must always be blind, or others will usurp their rights.  
I eliminate the garbage or mess that I see around me.  
I think I can get along with people from different cultures living around me.  
They consider the welfare of their families mainly to the people around me, they are not concerned with the welfare of their neighborhood or region.  
I think the state's agricultural support will increase income in our village.  
I am aware of the agricultural and rural development policies implemented by the state.  
I take someone in to my house who is stuck in a difficult position.  
When I compare with the other villages, I think the village I live in is more reliable.  
If I have a problem, someone will help me absolutely.  
If you drop your wallet, someone will see it and bring it back to you.  
I have at least three close friends and it gives me peace to talk with them.  
I like to live with people who have different lifestyles.  
I follow the news every day.  
I visit the district directorate of agriculture  
I listen to the radio once a week.  
I use the internet several times a week.  
I do intercity call at least twice a week.  
I feel safe walking out in the evenings.  
When I disagree with any neighbor, I have a conciliative attitude.  
When I need information on any subject, I know where and how I can find it.  
Do you give financial aid to a member of the cooperative whose work getting worse?  
Do you give financial aid your neighbor/friend who is not a member of the cooperative whose work getting worse.  
Do you give financial aid your friend who is a member of a different cooperative whose work getting worse.  
I feel as part of where I live.  
There have been times when I argued with my neighbors.  
People in Konya are always more reliable than those in other cities.  
Most of the people in Konya help when you need help.  
In order to make an investment in our village, all the villagers come together and share ideas.  
I am satisfied with the health services provided to our village.  
I took part in an organization for our village  
When you make a new investment, we can get the support of official institutions.  
I think I am a decision maker in the local organization's participation committee.

---

Source: (Onyx and Bullen, 2000; Paldam and Svendsen, 2000; Hudson and Chapman, 2002)

Table 2. Entrepreneurship Skills Scale

*Çizelge 2. Girişimcilik Becerileri Ölçeği*

---

Adaptation to Change  
Being Innovative  
Establish an Effective Management Model  
Financial Competence Sufficiency  
Having Technical Equipment  
Managing Information and Communication Systems  
Planning and Creating A Target  
Providing Motivation, Coordination and Organization  
To Be Able to Communicate Effectively  
To Be Able to Establish Good Human Relations  
To be able to make bargain and being a negotiator  
To Be Able to Make Effective Decisions  
To Be Able to Set Up and Manage A Team  
To be aware from Effective Writing  
To be determined  
To be disciplined  
To Be Tolerant  
To Be Understanding  
To Develop Effective Social Relations  
To Have Professional Competence  
Tolerance and Acceptance of Results

---

Source: Ağızan (2018)

examined. In this context, the average age of the managers in the enterprises has been determined as 46, the rate of primary school graduates is 59.21%, secondary school graduate is 15.79%, high school graduate is 21.05%, higher school 2.63% and university graduate ratio is 1.32%. In addition, it is known that the level of education increases in terms of business scales. As a matter of fact, education level is the most important determining factor in the formation of social capital, and there is a linear relationship between the increase of education level and social capital and entrepreneurship (Kaya, 2011). Another socio-economic feature is social security. It is determined that agricultural enterprises have a green card rate of 69.74% and this rate increases according to the scale of the enterprise.

**Confidence and Validity Analyze of Scales**

Within the scope of the study, we used an entrepreneurship skill scale which is prepared by Ağızan (2018). The Cronbach Alphas Alpha value of this scale is 0.894. Since this value is greater than 0.8,

it can be said that the survey has high reliability. Among the prepared scales, social capital scale by (Onyx and Bullen, 2000; Paldam and Svendsen, 2000; Hudson and Chapman, 2002) is used. Cronbach's Alpha value, which shows the reliability of the scale, differs between 76-94% in studies (Kaya, 2011; Turgut, 2013). The Cronbach's Alpha value of the social capital scale used in the study was calculated as 0.863. Since this value is greater than 0.8, it can be said that the survey has high reliability.

While the Cronbach's Alpha value is only a test of the reliability of the scale, there are different methods for determining the structure validity. Among these methods, factor analysis method is one of the most frequently used methods in the literature. However, before the factor analysis, Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) test is performed to determine whether the scale was suitable for factor analysis. As a result of the Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) test, the value of social capital scale is 0.829 and the value of entrepreneurial skills is 0.949, it is determined that it is suitable for factor analysis on both scales (Table 3).

Table 3. KMO and Bartlett's test results for entrepreneurship skills and social capital

*Çizelge 3- Girişimcilik becerisine ve sosyal sermayeye ait KMO ve Bartlett's test sonuçları (Turkish)*

| KMO and Bartlett's Test                                |                        | Social Capital | Entrepreneurship Skills |
|--|------------------------|----------------|-------------------------|
| Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) Value for Sampling Capability |                        | 0.829          | 0.949                   |
|  | Chi-Square Value       | 476.569        | 756.459                 |
| Bartlett's Sphericity Test Results                     | Degree of Freedom (df) | 65             | 118                     |
|  | Sig.                   | 0.000          | 0.000                   |

Table 4. Dimensions of entrepreneurship skills

*Çizelge 4- Girişimcilik beceri boyutları (Turkish)*

|                   | Mean  | Std. Deviation | Factor Loads | Variance Ratio | Reliability Coefficients |                          |
|-------------------|---|----------------|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| Personal Skills   | Being Innovative                                    | 4.394          | .880         | 0.956          | 39.56                    | Cronbach's Alpha (0.932) |
|                   | Adaptation to Change                                | 4.500          | .808         | 0.942          |                          |                          |
|                   | To be determined                                    | 4.105          | .932         | 0.923          |                          |                          |
|                   | To be disciplined                                   | 3.539          | .900         | 0.910          |                          |                          |
|                   | To Be Understanding                                 | 3.921          | .875         | 0.856          |                          |                          |
|                   | To Be Tolerant                                      | 3.828          | .985         | 0.795          |                          |                          |
| Management Skills | Planning and Creating A Target                      | 3.434          | 1.235        | 0.748          | 23.42                    | Cronbach's Alpha (0.876) |
|                   | To Be Able to Make Effective Decisions              | 1.697          | .783         | 0.895          |                          |                          |
|                   | To Be Able to Establish Good Human Relations        | 4.210          | .837         | 0.874          |                          |                          |
|                   | Establish an Effective Management Model             | 3.684          | .926         | 0.865          |                          |                          |
|                   | Financial Competence Sufficiency                    | 3.394          | .895         | 0.824          |                          |                          |
|                   | Tolerance and Acceptance of Results                 | 3.947          | 1.005        | 0.756          |                          |                          |
| Technical Skills  | To be able to make bargain and being a negotiator   | 4.000          | .966         | 0.732          | 19.25                    | Cronbach's Alpha (0.816) |
|                   | Providing Motivation, Coordination and Organization | 3.842          | .909         | 0.721          |                          |                          |
|                   | To be aware from Effective Writing                  | 1.697          | .783         | 0.954          |                          |                          |
|                   | To Have Professional Competence                     | 4.210          | .837         | 0.926          |                          |                          |
|                   | Having Technical Equipment                          | 4.105          | .932         | 0.894          |                          |                          |
|                   | Managing Information and Communication Systems      | 3.539          | .900         | 0.846          |                          |                          |
|                   | To Be Able to Communicate Effectively               | 3.921          | .875         | 0.821          | 82.23                    | 0.894                    |
|                   | To Develop Effective Social Relations               | 3.828          | .985         | 0.789          |                          |                          |
|                   | To Be Able to Set Up and Manage A Team              | 3.434          | 1.236        | 0.763          |                          |                          |

Overall, entrepreneurship skills were reduced to three subgroups, personal, managerial and technical skills (Table 4). As a result of factor analysis, factor loads,

variance ratios and reliability coefficients are given in the table according to factor dimensions. Accordingly, the power to explain of the three dimensions, which

was determined, was calculated as 82.23%. The reliability coefficient of the scale was 0.894. Social capital was analyzed with a total of 5 sub-factor dimensions. Accordingly, these dimensions to explain

social capital was determined as 85.40%. The reliability coefficient of the scale was calculated as 0.863 (Table 5).

Table 5. Social capital dimensions  
*Çizelge 5. Sosyal sermaye boyutları*

|                          |   | Mean  | Std. Dev. | Factor Loads | Variance Ratio | Reliability Coefficients |
|--------------------------|---|-------|-----------|--------------|----------------|--------------------------|
| Subjective Norm          | I eliminate the garbage or mess that I see around me.   | 4.632 | .629      | 0.945        | 24.29          | Cronbach's Alpha (0.906) |
|                          | I take someone in to my house who is stuck in a difficult position.   | 4.382 | .672      | 0.923        |                |                          |
|                          | Most of the people in Konya help when you need help.  | 4.289 | .669      | 0.910        |                |                          |
|                          | If I have a problem, someone will help me absolutely.   | 4.171 | .822      | 0.876        |                |                          |
|                          | When I disagree with any neighbor, I have a conciliative attitude.  | 4.263 | .998      | 0.862        |                |                          |
| Confidence               | I think that helping others is to help yourself in the long term.   | 3.132 | 1.349     | 0.803        | 20.18          | Cronbach's Alpha (0.876) |
|                          | Most people in Konya are honest and trustworthy.  | 4.092 | 1.022     | 0.887        |                |                          |
|                          | People in Konya are always more reliable than those in other cities.  | 4.105 | .775      | 0.840        |                |                          |
|                          | I feel safe walking out in the evenings.  | 4.434 | .805      | 0.784        |                |                          |
| Social Network           | When I compare with the other villages, I think the village I live in is more reliable.                         | 4.158 | .938      | 0.765        | 18.35          | Cronbach's Alpha (0.846) |
|                          | I think I can get along with people from different cultures living around me.                                   | 4.184 | .962      | 0.912        |                |                          |
|                          | I have at least three close friends and it gives me peace to talk with them.                                    | 3.934 | 1.192     | 0.846        |                |                          |
|                          | I like to live with people who have different lifestyles.   | 3.842 | .784      | 0.821        |                |                          |
|                          | I visit the district directorate of agriculture   | 3.895 | 1.206     | 0.765        |                |                          |
|                          | I do intercity call at least twice a week.  | 3.961 | 1.088     | 0.721        |                |                          |
|                          | I took part in an organization for our village  | 3.855 | .919      | 0.935        |                |                          |
| Initiative               | In order to make an investment in our village, all the villagers come together and share ideas.                 | 3.816 | .760      | 0.914        | 12.23          | Cronbach's Alpha (0.813) |
|                          | I am aware of the agricultural and rural development policies implemented by the state.                         | 3.776 | 1.065     | 0.896        |                |                          |
|                          | When you make a new investment, we can get the support of official institutions.                                | 3.803 | 1.020     | 0.847        |                |                          |
| Volunteerism             | Do you give financial aid to a member of the cooperative whose work getting worse?                              | 3.789 | .984      | 0.889        | 10.36          | Cronbach's Alpha (0.756) |
|                          | Do you give financial aid your friend who is a member of a different cooperative whose work getting worse.      | 3.855 | .904      | 0.846        |                |                          |
|                          | Do you give financial aid your neighbor/friend who is not a member of the cooperative whose work getting worse. | 3.632 | .921      | 0.789        |                |                          |
| Total Variance Explained |   |       |           |              | 85.40          | 0.863                    |

### Correlation Analysis

Correlation analysis was performed in order to determine the relationship between factor groups obtained from factor analysis. Correlation analysis measures the degree of interchange between dimensions and how the effect of independent variables on the dependent variables. The upper limit of the standard error of the coefficients in both correlation and structural equation model was taken as 20% within the scope of the research.

The results of the correlation analysis determined a

significant and linear relationship between personal skills and subjective norms, confidence, initiative and volunteerism. There was no significant relationship between personal skills and social networking (Table 6). There was a significant relationship between the management skills, which were another dimension of entrepreneurship, between subjective norm, confidence, social network and volunteer dimensions. There was no significant relationship between management skills and initiative. There was a significant relationship between the management

skills, which was the last dimension of entrepreneurship skills, between subjective norm and confidence dimensions. A meaningful and linear

relationship between technical skills and initiative and volunteerism was determined (Table 6).

Table 6. The correlation between the dimensions of entrepreneurship skills and the dimensions of social capital  
*Çizelge 6. Girişimcilik becerilerinin boyutları ile sosyal sermaye boyutları arasındaki korelasyon (Turkish)*

| Correlation |                     | KB      | YB     | TB     | ÖN     | GVN    | SA     | GRS    | GNL |
|-------------|---------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| PS          | Pearson Correlation | 1       |        |        |        |        |        |        |     |
|             | Sig.                |         |        |        |        |        |        |        |     |
| MS          | Pearson Correlation | .917**  | 1      |        |        |        |        |        |     |
|             | Sig.                | 0.000   |        |        |        |        |        |        |     |
| TS          | Pearson Correlation | .764**  | .544** | 1      |        |        |        |        |     |
|             | Sig.                | 0.000   | 0.000  |        |        |        |        |        |     |
| SN          | Pearson Correlation | .657**  | .534** | 0.689  | 1      |        |        |        |     |
|             | Sig.                | 0.000   | 0.000  | 0.650  |        |        |        |        |     |
| TRS         | Pearson Correlation | .726**  | .523** | 0.619  | .780** | 1      |        |        |     |
|             | Sig.                | 0.000   | 0.000  | 0.550  | 0.000  |        |        |        |     |
| SN          | Pearson Correlation | 0.480   | .708** | .669** | .665** | .858** | 1      |        |     |
|             | Sig.                | 0.560   | 0.000  | 0.000  | 0.000  | 0.000  |        |        |     |
| INI         | Pearson Correlation | .499*   | 0.215  | .664*  | .602** | .887** | .617** | 1      |     |
|             | Sig.                | 0.012   | 0.650  | 0.038  | 0.000  | 0.000  | 0.000  |        |     |
| VLT         | Pearson Correlation | 0.643** | 0.009* | 0.533* | 0.587* | 0.135* | 0.099* | .640** | 1   |
|             | Sig.                | 0.000   | 0.050  | 0.025  | 0.012  | 0.038  | 0.046  | 0.000  |     |

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

### Structural Equality Model (SEM)

The structural equation model (SEM) facilitates the determination of the direction and reason of the relationship between multiple dependent and independent variables. For this reason, more than one relationship was revealed together with SEM analysis. Factor scores of factor groups were used in SEM, which allowed 15 different hypotheses to be presented in the

same graph (Figure 1).

The degree of freedom was the most important value among those of the established structural equation model. Since the degree of freedom is 2 within the scope of the study, the model is over saturated. Another important point to consider is the importance level. This value is required to be greater than 0.05.

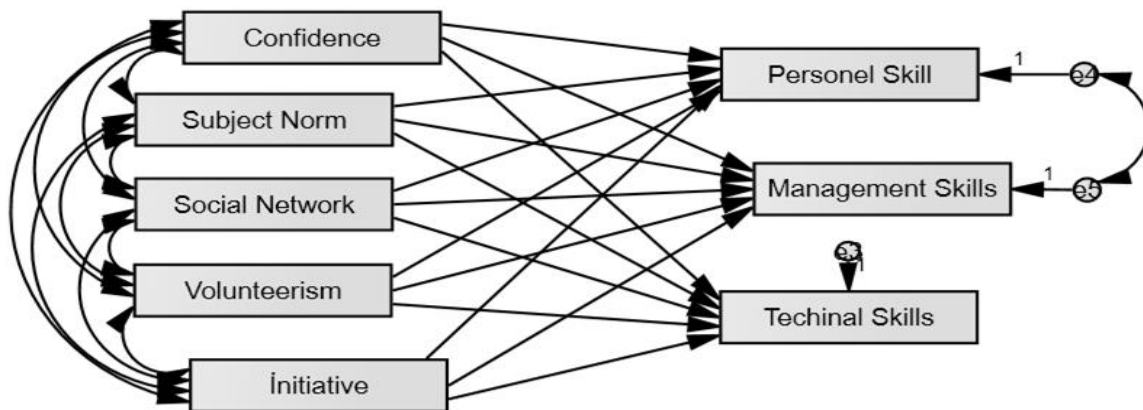


Figure 1. Structural equality model for the relationship between social capital and entrepreneurship skills  
*Şekil 1. Sosyal sermaye ile girişimcilik becerileri arasındaki ilişkiye ait yapısal eşitlik modeli (Turkish)*

If the value is greater than 0.05 it means that that the model fits the data and it is calculated as 0.076. In addition, some fit indices are used to determine whether the results of the analysis are appropriate for the theory. The values of normal, acceptable and analysis results of these fit indices are shown in Table

7.

According to the table, the values obtained as a result of structural equation model were at the limit of acceptable values and regression results should be interpreted.

The regression weights interpreted in the structural

equation model because each of the scales in the model are the same time and measurement methods. The estimation and significance levels of the model results are given in Table 8. In the structural equation model, it is interpreted that if a unit change occurs in the independent variable how it affects the dependent variable. In this context, a unit change in the subjective norm variable will increase the personal

skill by 0.244 units. Similarly, a one-unit increase of the subjective norm would lead to an increase of 0.242 in management skills, and no relationship was found between the subjective norm and technical skill. In the same way, a unit increase of subjective norm will result in an increase of 0.242 in management skills, and there is no relationship between subjective norm and technical skill.

Table 7. Structural equality model fit indices

*Çizelge 7. Yapısal eşitlik modeli uyum endeksleri (Turkish)*

| Index               | Normal Value | Acceptable Value | Analysis Value |
|---------------------|--------------|------------------|----------------|
| $\chi^2$ "p" Değeri | p>0.05       | -                | 0.082          |
| $\chi^2/sd$         | <2           | <5               | 2.579          |
| GFI                 | >0.95        | >0.90            | 0.984          |
| AGFI                | >0.95        | >0.90            | 0.906          |
| CFI                 | >0.95        | >0.90            | 0.943          |
| RMSEA               | <0.05        | <0.08            | 0.080          |
| RMR                 | <0.05        | <0.08            | 0.030          |

Source: (Kalaycı, 2010)

Table 8. Regression weights for relationship between social capital dimensions and entrepreneurship skills

*Çizelge 8. Sosyal sermaye boyutları ile girişimcilik becerileri arasındaki ilişkiye yönelik regresyon ağırlıkları*

| Dependent Variable | Relationship Direction | Independent Variable | Estimate | Standard Error | C.R.   | Sig.  | Hypothesis |
|--------------------|------------------------|----------------------|----------|----------------|--------|-------|------------|
| PS                 | <---                   | SN                   | 0.244    | 0.106          | -2.305 | 0.021 | Accepted   |
| MS                 | <---                   | SN                   | 0.242    | 0.104          | -2.322 | 0.020 | Accepted   |
| TS                 | <---                   | SN                   | 0.091    | 0.112          | 0.811  | 0.417 | Rejected   |
| PS                 | <---                   | TRS                  | 0.207    | 0.110          | 1.880  | 0.060 | Accepted   |
| MS                 | <---                   | TRS                  | 0.255    | 0.109          | 2.349  | 0.019 | Accepted   |
| TS                 | <---                   | TRS                  | -0.079   | 0.117          | -0.669 | 0.504 | Rejected   |
| PS                 | <---                   | SN                   | 0.001    | 0.103          | 0.013  | 0.990 | Rejected   |
| MS                 | <---                   | SN                   | 0.262    | 0.102          | 2.573  | 0.010 | Accepted   |
| TS                 | <---                   | SN                   | 0.211    | 0.110          | 1.918  | 0.055 | Accepted   |
| PS                 | <---                   | INI                  | 0.265    | 0.111          | 2.378  | 0.017 | Accepted   |
| MS                 | <---                   | INI                  | -0.083   | 0.110          | -0.757 | 0.449 | Rejected   |
| TS                 | <---                   | INI                  | 0.206    | 0.119          | 1.741  | 0.082 | Accepted   |
| PS                 | <---                   | VLT                  | 0.206    | 0.103          | -1.988 | 0.047 | Accepted   |
| MS                 | <---                   | VLT                  | 0.165    | 0.112          | -1.477 | 0.140 | Accepted   |
| TS                 | <---                   | VLT                  | 0.147    | 0.105          | -1.398 | 0.162 | Accepted   |

Confidence, which is another component of social capital, has a significant relationship between personal skill and management skills, and no significant relationship has been found between technical skills. In fact, confidence develops through personal relationships and management skills. Another component of social capital is the social network. The social network explains its relationship with the society in which the entrepreneur is involved. Within the scope of the study, a statistically significant relationship between management and technical skill of social network variable was determined and no relationship between personal skills was determined.

In many studies related with the social capital, the components of social capital are divided into three groups. Within the scope of this study, the entrepreneurship characteristics and volunteering tendencies of entrepreneurs are considered as the

dimensions of social capital (Narayan and Cassidy, 2001; Eşki, 2009). In this context, initiative is evaluated as the new organizations in which individuals participate and their tendencies towards them. There is a significant relationship between initiative and personal skill and technical skill, and there is no statistical relationship between management skills. The last component of social capital is volunteerism. As a matter of fact, if the level of volunteerism is low, social capital will decrease, and if high, social capital will increase and social and economic inequalities will decrease (Silva and Edwards, 2004). In this context, it is determined whether there is a relationship between volunteerism and entrepreneurial skills as a component of social capital. Accordingly, a significant and positive relationship has been determined between volunteerism, personal, management and technical skills.

## CONCLUSIONS

In Turkey the agricultural sector between 1980-1990, the concept of social capital, which emerged as an integral dimension of confidence and social networks, aims to create synergies between individuals. With this synergy created, the confidence, norm and social relations of the society could be improved. Therefore, social capital and entrepreneurship are important components of social development, growth and prosperity in the agricultural sector.

Thus, when the relationships between the dimensions of social capital and entrepreneurship skills are evaluated, it is determined that if entrepreneurship skills increase as a result social capital increases in general. There is a significant relationship between confidence and entrepreneurship among the social capital dimensions, which arises from the fact that agricultural entrepreneurs exhibit a communal culture. In addition, the agricultural farms adopt a sense of trust in the moral and religious rules that they adopt, as well as changing the structure of subjective norms and exhibiting solidarity. In agricultural farms, because their cultural values and family relations are stronger and they are more sensitive to social events, the social capital assets of these entrepreneurs are stronger. Therefore, it is necessary to adopt policies that will increase the social capital existence in the agricultural sector. This situation will increase entrepreneurship and increase value added at macro level. Therefore, an inventory study should be conducted for the existence of social capital in agricultural farms and a social capital index should be established. With this index, the social capital assets owned by the agricultural farms should be expressed in monetary terms and farms must compare each other.

### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERANCES

- Ağızan K 2018. Tarım İşletmelerinde Girişimciliği Etkileyen Faktörlerin Analizi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 278 sy.
- Akyazı TE 2014. Girişimcilik Sürecinde Sosyal Sermaye ve Sosyal Ağlar ile İç Girişimcilik Arasındaki İlişki Üzerine Bir Araştırma. Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yönetim ve Organizasyon Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 162 sy.
- Ardahan F 2012. Sosyal Sermaye Ölçeği Geçerlilik, Güvenirlilik Çalışması. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi 9(2): 773-789.
- Çekiç İ, Tuba SÇ 2009. Kırsal Kalkınma Açısından Sosyal Sermayenin Öğeleri: Şanlıurfa-Hilvan Örneği. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı Şehir Planlama Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 197 sy.
- Dbeys AD, Engindeniz S 2011. Tarımsal Üretimde Şirketleşme Üzerine Üretici Görüş ve Tutumları: İzmir Örneği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 48(3): 191-201.
- Duman B, Alacahan O 2011. Sosyal Sermaye/Güven Boyutunda Etniklik. Gaziantep University Journal of Social Sciences 10(1): 181-208.
- Eşki H 2009. Sosyal Sermaye-Önemi, Üretimi ve Ölçümü-Üzerine Bir Alan Araştırması. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı İşletme Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 278 sy.
- Göksel A, Aydınhan B, Bingöl D 2010. Örgütlerde Bilgi Paylaşım Davranışı: Sosyal Sermaye Boyutundan Bir Bakış. Ankara Üniversitesi SBF Dergisi 65(4): 87-109.
- Kalaycı Ş 2010. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayın Dağıtım Ankara, Türkiye, 426 sy.
- Karagül M, Dündar S 2006. Sosyal Sermaye ve Belirleyicileri Üzerine Ampirik Bir Çalışma. Akdeniz İİBF Dergisi 6(12): 61-78.
- Kaya Y 2011. Sosyal Sermaye Düzeyinin Belirlenmesi ve Sosyal Sermaye Düzeyini Etkileyen Faktörlerin Analizi: Gönüllü Teşekküller Bağlamında Kayseri Örneği. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 143 sy.
- Keleş Ş 2014. Kırsal Alanda Sosyal Sermayenin Oluşumu Üzerine Bir Araştırma: Erzurum İli Örneği. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 106 sy.
- Keleş Ş, Dilmaç ÖGM, Dikmen A 2015. Sosyal Sermayenin Kırsal Alanda Yaşama İsteği Üzerinde Etkisi: Erzurum Kırsal Alanında Bir Araştırma. The International New Issues In Social Sciences 1(1): 91-116.
- Kovacı S, Belke M, Koç A 2009. İktisadi Kalkınmaya Yeni Yaklaşımlar: Sosyal Sermayenin ve Kurumların Artan Rolü. International Davraz Congress on Social and Economic Issues Shaping the World's Future: New Global Dialogue, 24-27.
- Narayan D, Cassidy MF 2001. A Dimensional Approach to Measuring Social Capital: Development and Validation of A Social Capital Inventory. Current sociology 49 (2): 59-102.
- Oğuz C, Karakayacı Z 2017. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Metodolojisi. Konya, Atlas Akademi, 183 sy.

- Onyx J, Bullen P 2000. Measuring Social Capital in Five Communities. *The Journal of Applied Behavioral Science* 36 (1): 23-42.
- Özdemir AA 2008. Çalışanların İş Tatminlerinin Arttırılmasında Örgütsel Sosyal Sermaye Yeni Bir Belirleyici Olabilir mi?. *Yönetim Bilimleri Dergisi* 6(1): 77-89.
- Sharp JS, Smith MB 2003. Social Capital And Farming at the Rural–Urban Interface: The Importance of Nonfarmer and Farmer Relations. *Agricultural systems* 76(3): 913-927.
- Silva EB, Edwards R 2004. Operationalizing Bourdieu on Capitals: a Discussion on ‘the Construction of the Object’. ESRC Research Methods Programme Working Paper 8.
- Tarhan O, Selcen S, Peker İ 2016. Girişimcilik Başarı Faktörü Olarak Sosyal Sermaye Kriterlerinin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile Ağırlıklandırılması ve Bir Ölçek Önerisi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi* 12(1): 177-194.
- Turgut E 2013. Sosyal Sermaye ve Bilgi Paylaşımı Davranışının Yenilikçilik İklimine Etkisi. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı İşletme Bilim Dalı, 216 sy.
- Yamane T 1967. *Elementary sampling theory*. Prentice Hall 1st Edition, 405 pp.
- Yetim N 2002. Sosyal Sermaye Olarak Kadın Girişimciler: Mersin Örneği. *Ege Akademik Bakış Dergisi* 2(2): 79-92.

## Comparative Analysis of Agronomic Traits and ISSR Method among Some Soybeans [*Glycine Max (L.) Merr.*] Genotypes

Emine ARSLAN<sup>1\*</sup>, Elif GÜLBAHÇE MUTLU<sup>2</sup>, Ömer DURSUN<sup>3</sup>, S. Ahmet BAĞCI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Selçuk University, Konya, Turkey, <sup>2</sup>Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, KTO Karatay University, Konya, Turkey, <sup>3</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Selçuk University, Konya, Turkey, <sup>4</sup>Department of Plant and Animal Production, Seed Program, Sarayönü Vocational School, Konya, Turkey,

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0782-506X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2391-2152>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-5850-0452>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-6513-8890>

✉: earslan@selcuk.edu.tr

### ABSTRACT

In this study, the genetic diversity was investigated among 12 soybeans genotypes using inter simple sequence repeats (ISSR) and agronomic traits. DNA was isolated from the leaves of the genotypes. For molecular characterization, a total of 26 primers of ISSRs and eight agronomic characteristics were evaluated. ISSR analysis revealed 88 polymorphic bands. The genetic diversity among the genotypes according to ISSR analysis and agronomic traits were estimated based on Nei homology and Euclidian distance, respectively, and dendrograms reflecting genetic similarity were constructed using UPGMA and NTSYSp, respectively. Nei's homology coefficient values used for ISSR analysis ranged from 78%-84%, and the average Euclidean distance used for agronomic data ranged from 1.96-9.77. Although soybean genotypes evaluated in this study were highly similar, dendrograms showed that these genotypes could be distinguished both morphologically and genetically.

### Research Article

#### Article History

Received : 09.10.2019  
Accepted : 27.01.2020

#### Keywords

Agronomic traits  
Genetic diversity  
*Glycine max* (L.) Merr.  
ISSR  
Soybean

## Bazı Soya Fasulyesi [*Glycine Max (L.) Merr.*] Genotipleri Arasında Agronomik Özelliklerin ve ISSR Yönteminin Karşılaştırmalı Analizi

### ÖZET

Bu çalışmada, 12 soya fasulyesi genotipi arasındaki genetik çeşitliliği, rastlantısal basit dizi tekrarları (ISSR) ve agronomik özellikler kullanarak araştırıldı. Bu genotiplerin yapraklarından DNA izole edildi. Moleküler karakterizasyon için, toplam 26 ISSR primeri ve sekiz agronomik özellik değerlendirildi. ISSR analizi 88 polimorfik bant ortaya çıkardı. ISSR analizine ve agronomik özelliklere göre genotipler arasındaki genetik çeşitlilik sırasıyla Nei homolojisi ve Euclidian mesafesine göre hesaplandı ve genetik benzerliği yansıtan dendrogramlar sırasıyla UPGMA ve NTSYSp kullanılarak yapıldı. ISSR analizi için kullanılan Nei'nin homoloji katsayısı değerleri %78-84 arasında ve tarımsal veriler için kullanılan ortalama Euclidean mesafesi 1.96-9.77 arasında değişmiştir. Bu çalışmada değerlendirilen soya fasulyesi genotipleri oldukça benzer olmasına rağmen, dendrogramlar bu genotiplerin hem morfolojik hem de genetik olarak ayırt edilebileceğini göstermiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 09.10.2019  
Kabul Tarihi : 27.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

Agronomik özellikler  
Genetik çeşitlilik  
*Glycine max* (L.) Merr.  
ISSR  
Soya

**To Cite** : Arslan E, Gülbahçe Mutlu E, Dursun Ö, Bağcı SA 2020. Comparative Analysis of Agronomic Traits and ISSR Method among Some Soybeans [*Glycine Max (L.) Merr.*] Genotypes. KSU J. Agric Nat 23 (3): 687-696. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.v23i53104.631286.

### INTRODUCTION

Fabaceae is one of the largest families of plants and includes several economically important species (Ildis, 2001). The genus *Glycine* is one of the members of this family and is known showing distribution firstly in Asia and Australia (Baloch et al., 2010). Soybean (*Glycine max* L. Merr.) is believed to be originated and

cultivated in China in the early 11<sup>th</sup> century (Fukuda, 1933; Yoon et al., 2009). USA is the largest producer of soybean in the world followed by China, Russia, Brazil, Indonesia, Korea, Japan, and Canada. In Europe, Romania, Yugoslavia and Turkey are also the largest producer of soybean (İşler and Çalışkan, 1998). It is believed that Caucasians introduced soybean into



Turkey from the Black Sea region after the First World War (Baloch et al., 2010).

Soybean is one of the world's most important grains crop because of its high protein and oil content (Lam et al., 2010; He et al., 2012). Approximately 30%-35% of the edible vegetable oil in the world is produced from soybean (Yılmaz and Efe, 1998). Additionally, seeds contain a high proportion of crude protein. This protein is one of easily digestible proteins. Soybean seeds are also rich in choline, pantothenic acid, niacin, thiamin, riboflavin, inositol, and vitamins A, B, and E. (Hassan, 2013). Therefore, the soybean sustains a global significance as important humans and animals food source (Singh et al., 2007).

Soybean yield in unit area varies based on varieties, cultivation practices, and ecological conditions (Agarwal et al., 2014). Crop yield is low especially in regions with a short growing season because of poor climatic conditions. Use of even transient species does not produce high yield in such regions. Early maturing genotypes are better adapted to changing environmental conditions. These genotypes flower at right time allowing higher crop yield (Yılmaz and Efe, 1998).

The identification of high yielding genotypes of crop plants is one of the most important tasks of plant breeders. Cultivars are identified on the basis of their morphological characteristics and are approved by The International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). This approach is not ideal, as it is based on the identification of morphological features. Therefore, it is necessary to develop methods to quickly identify crop cultivars (Brick and Sivalop, 2001).

The investigation of morphological characteristics of crop plants are difficult because of limited number properties, low polymorphism, low heritability, late expression and in some cases the change of environmental factors (Agarwal et al., 2014). Therefore, morphological characteristics are inconclusive and cannot distinguish between closely related accessions or cultivars (Aghaei et al., 2012).

Knowledge of genetic diversity of cultivated plant species is highly important (Agarwal et al., 2014). Nowadays, DNA markers are widely used and are proven to be an efficient tool for the molecular characterization and determination of genetic diversity of crops (Meena et al., 2015).

Various PCR-based DNA markers, such as restriction fragment length polymorphisms (RFLPs), random amplified polymorphic DNAs (RAPDs), inter simple sequence repeat (ISSRs), amplified fragment length polymorphisms (AFLPs), single nucleotide polymorphisms (SNPs), and microsatellites or simple sequence repeats (SSRs) are used to determine the genetic diversity of plant species (Kumar 2009;

Tantasawat et al., 2011; He et al., 2012).

ISSR markers are commonly used to analyze species diversity and to perform phylogenetic analysis, gene tagging, and genome mapping in various plant species (Brick and Sivalop, 2001; Baloch et al., 2010). ISSR markers are highly reproducible, as they use long primers (16-25 mers). Additionally, ISSRs usually contain a large number of polymorphic bands (up to 97) which allows detecting a high level of genomic polymorphisms (Monpara et al., 2017).

Main objective this study was to perform a comparative analysis of ISSR markers and agronomic traits for the selection of soybean genotypes.

## MATERIAL and METHODS

### Plant Material and DNA Extraction

Leaves of soybean genotypes used were obtained by the Konya Sarayönü Vocational School research land (Table 1). Genomic DNA was isolated from the leaf samples as described by Doyle and Doyle (1990) and quantified using NanoDrop ND-2000 Spectrophotometer (Thermo Fisher Scientific Inc., USA). The quality of DNA was analyzed on a 0.8 % agarose gel.

### Polymerase Chain Reaction (PCR)

In this study, a total of 26 primers were tested for the PCR amplification of ISSR markers in the soybean genome (Table 2). PCR was performed in a 25 µl volume containing 10X PCR reaction buffer, 3 mM MgCl<sub>2</sub>, 2.5 mM dNTPs, 1.5 units Taq DNA polymerase (Fermentas, Thermo Fisher Scientific Inc., USA), 100 µM primer (Biomers, Germany), and 100 ng of template DNA on a Mastercycler Gradient thermal cycler (Eppendorf, North America), PCR conditions were as follows: initial denaturation at 94 °C for 3 min, followed by 45 cycles of denaturation 94 °C for 1 min, annealing at 50 °C to 57 °C for 30 s, extension 72 °C for 40 s, and a final extension at 72 °C for 10 min.

The PCR products were separated by gel electrophoresis on 2% agarose gels. Subsequently, gels were stained with ethidium bromide and photographed on a UV transilluminator. Gel image was then transferred to the computer using DNA imaging system (Vilber Lourmat, Eberhardzell, Germany).

### ISSR Data Analysis

Unambiguous ISSR bands were visually scored for each primer as either present (1) or absent (0). Subsequently, scores of all primers were combined, and the genetic similarity was estimated based on Nei's homology using Bio1D++computer program (Vilber Lourmat, Bio1D++ Software) (Nei, 1978). Cluster analysis was performed using the unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA).

Table 1. Information about *Glycine max* (L.) Merr. Genotypes  
 Tablo 1. *Glycine max* (L.) Merr. Genotipleri hakkında bilgi

| Genotype<br>Genotip | Origin<br>Köken           | Variety or The Candidate<br>Institution or Foundation<br>Çeşit veya Aday Çeşit Geliştirildiği Kurum veya Kuruluş                                 | Improved<br>Çeşitlilik | Patently<br>Variety<br>Patentli<br>Çeşitlilik   | Maturity<br>Group<br>Olgunlaşma<br>Grubu |
|---------------------|---------------------------|--|------------------------|---|--|
| A3935               | America<br><i>Amerika</i> | Asgrow company<br><i>Asgrow Şirketi</i>  |                        | Variety<br><i>Çeşitlilik</i>  | 3.9                                      |
| NE3399              | America<br><i>Amerika</i> | Nebraska province<br><i>Nebraska ili</i>   |                        | Variety<br><i>Çeşitlilik</i>  | 3.9                                      |
| DEFIENCE            | America<br><i>Amerika</i> | America Ministry of Agriculture<br><i>Amerika Tarım Bakanlığı</i>  |                        | Variety<br><i>Çeşitlilik</i>  | 4  |
| ARISOY              | Turkey<br><i>Türkiye</i>  | Çukurova University, Faculty of Agriculture<br><i>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi</i>  |                        | Variety<br><i>Çeşitlilik</i>  | 4  |
| ATAKİŞİ             | Turkey<br><i>Türkiye</i>  | Çukurova University, Faculty of Agriculture<br><i>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi</i>  |                        | Variety<br><i>Çeşitlilik</i>  | 3.7                                      |
| ATAEM 7             | Turkey<br><i>Türkiye</i>  | Western Mediterranean Agricultural Research<br>Institute (BATEM)<br><i>Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM)</i>                     |                        | Variety<br><i>Çeşitlilik</i>  | 4.1                                      |
| NOVA                | Turkey<br><i>Türkiye</i>  | Antalya; MAY Seed<br><i>Antalya; MAY Tohum</i>   |                        | Variety<br><i>Çeşitlilik</i>  | 3.8                                      |
| BDS 27              | Turkey<br><i>Türkiye</i>  | Bahri Dağdaş International Agricultural Research<br>Institute (BDUTEM)<br><i>Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BDUTEM)</i> |                        | candidate<br>variety<br><i>Aday çeşitlilik</i>  | 3.9                                      |
| BDS 25              | Turkey<br><i>Türkiye</i>  | (BDUTEM) *   |                        | candidate<br>varietiy<br><i>Aday çeşitlilik</i><br>candidate<br>variety<br><i>Aday çeşitlilik</i> | 3.8                                      |
| BDS 21              | Turkey<br><i>Türkiye</i>  | (BDUTEM) *   |                        | candidate<br>variety<br>candidate<br>variety<br><i>Aday çeşitlilik</i><br>candidate<br>variety    | 3.8                                      |
| BDS 11              | Turkey<br><i>Türkiye</i>  | (BDUTEM) *   |                        | candidate<br>variety<br>candidate<br>variety<br><i>Aday çeşitlilik</i><br>candidate<br>variety    | 3.9                                      |
| BDS 07              | Turkey<br><i>Türkiye</i>  | (BDUTEM) *   |                        | candidate<br>variety<br>candidate<br>variety<br><i>Aday çeşitlilik</i>                            | 4  |

\* candidate varieties having the same parents

\* *aynı ebeveynlere sahip aday çeşitleri*

### Evaluation of Agronomic Traits

Eight morphological features of soybean genotypes were evaluated. The average of three repeated measurements was statistically analyzed. According to the Euclidian distance, a dendrogram was obtained using the NTSYS-pcversion 2.1 statistical software package (Rohlf, 2000).

### RESULTS

#### Evaluation of ISSR PCR Results

To identify the genetic diversity of soybean genotypes, 26 ISSR primers were tested, of which 25 successfully amplified genomic DNA, except for one primer (M4). The PCR products were evaluated based on electropherograms obtained with only four primer amplification (Figure 1).

Table 2. ISSR primers in which genetic variations of *Glycine max* (L.) Merr. genotypes are revealed

Tablo 2. *Glycine max* (L.) Merr. *genotiplerinin genetik varyasyonunun ortaya konulduğu ISSR primerleri*

| Primer code<br><i>Primer kodu</i> | Primer Sequence 5' →3'<br><i>Primer Dizisi 5' →3'</i> | Nucleotide Length<br><i>Nükleotit Uzunluğu</i> | Annealing temperature (°C)<br><i>Bağlanma Sıcaklığı (°C)</i> |
|-----------------------------------|---|--|--|
| UBC 808                           | AGAGAGAGAGAGAGAGC                                     | 17-mers  | 54   |
| UBC 810                           | GAGAGAGAGAGAGAGAT                                     | 17-mers  | 52   |
| UBC 812                           | GAGAGAGAGAGAGAGAA                                     | 17-mers  | 57   |
| UBC 813                           | CTCTCTCTCTCTCTT                                       | 17-mers  | 52   |
| UBC 825                           | ACACACACACACACT                                       | 17-mers  | 53   |
| UBC 827                           | TGTGTGTGTGTGTGTGA                                     | 17-mers  | 53   |
| UBC 829                           | TATATATATATATART                                      | 18-mers  | 52   |
| UBC 840                           | GAGAGAGAGAGAGAGAYT                                    | 18-mers  | 54   |
| UBC 841                           | GAGAGAGAGAGAGAGAYC                                    | 18-mers  | 54   |
| UBC 843                           | CTCTCTCTCTCTCTRA                                      | 18-mers  | 52   |
| UBC 848                           | CACACACACACACARG                                      | 18-mers  | 54   |
| UBC 850                           | GTGTGTGTGTGTGTGYC                                     | 18-mers  | 56   |
| UBC 852                           | TCTCTCTCTCTCTCRA                                      | 18-mers  | 52   |
| UBC 855                           | ACACACACACACACYT                                      | 18-mers  | 53   |
| UBC 856                           | ACACACACACACACYA                                      | 18-mers  | 54   |
| M1                                | AGCAGCAGCAGCAGCG                                      | 19-mers  | 56   |
| M5                                | GAGAGAGAGAGAGAGAC                                     | 19-mers  | 56   |
| M6                                | CACCACCACCACCAC                                       | 15-mers  | 50   |
| M9                                | ACACACACACACACCG                                      | 18-mers  | 52   |
| M10                               | ACACACACACACACC(C-T)                                  | 18-mers  | 54   |
| M15                               | CACACACACACACAAG                                      | 18-mers  | 50   |
| M16                               | CACACACACACACAGC                                      | 18-mers  | 54   |
| M18                               | CGTCACACACACACACA                                     | 19-mers  | 56   |
| F1                                | AGAGAGAGAGAGAGTA                                      | 18-mers  | 52   |
| UMN 001                           | CAGTGTGTGTGTGTGT                                      | 18-mers  | 50   |
| M4 **                             | AGAGAGAGAGAGAGAG(C-T)C                                | 18-mers  | 54   |

type of degenerate nucleotide: Y = pYrimidine (C, T); R = puRine (A, G). R = A-T, Y = G-C, B = T-G-C; D = A-T-G, H = A-TIC, V = A-G-C

*dejenere nükleotid tipi: Y = pYrimidin (C, T); R=puRin (A, G). R = A-T, Y = G-C, B = T-G-C; D = A-T-G, H = A-TIC, V = A-G-C*

\*\*The primer didn't amplification

\*\* *Primer amplifikasyon yapmadı*

A total of 286 bands were obtained, of which ,88 were polymorphic, and 198 were monomorphic. The size of unambiguous ISSR bands varied from ~ 200 - 2000 bp. The lowest number of bands were obtained with UBC852 primer, and the highest number of bands were obtained with M1 primer. Primers UBC841 and UBC850 produced the smallest PCR fragment, and primers UBC852 and M10 produced the biggest PCR fragment.

The ISSR bands obtained from 12 soybean genotypes were evaluated using the UPGMA clustering analysis. Dendrogram constructed according to Nei's homology (Figure 2).

The 12 soybean genotypes formed two groups, each with 77% genetic similarity. Ten genotypes in similar rates of 78%-84% were included in the first group. Genotypes BDS11 and BDS21 were determined to be the most closely related, and BDS07 genotype was 82% similar to these genotypes. These three genotypes (BDS21, BDS11 and BDS07) had the same parents,

which were the members of this group obtained from Bahri Dağdaş Agricultural Research Institute, and clustered in the third clade of the first main group. The genotype NOVA, which was an example of Antalya, (Turkey), also clustered in the same clade as BDS07, BDS11, and BDS21, with a genetic similarity of 79%. Four genotypes (BDS07, BDS11, BDS21, and BDS25), belonging to same parents, were clustered very close to each other; however, these genotypes could be distinguished from each other in the distance rate of 16%-22%. This observation is important in breeding studies carried to distinguish between genotypes. Other genotypes clustered in first main group were genetically very close to each other, with a genetic similarity of 78%-84%.

The second main group containing ATAEM7 and ATAKIŞI genotypes showed only 23% genetic similarity to the first group, and both these genotypes showed 80% genetic similarity to each other. The genotype ARISOY was obtained from the Faculty of

Agriculture, Çukurova University, and the genotype A3935 was of American origin; both these genotypes in the first clade of the first main group with 81% genetic

similarity. The genotype NE3399, also of American origin, clustered in same clade as ARISOY and A3935.

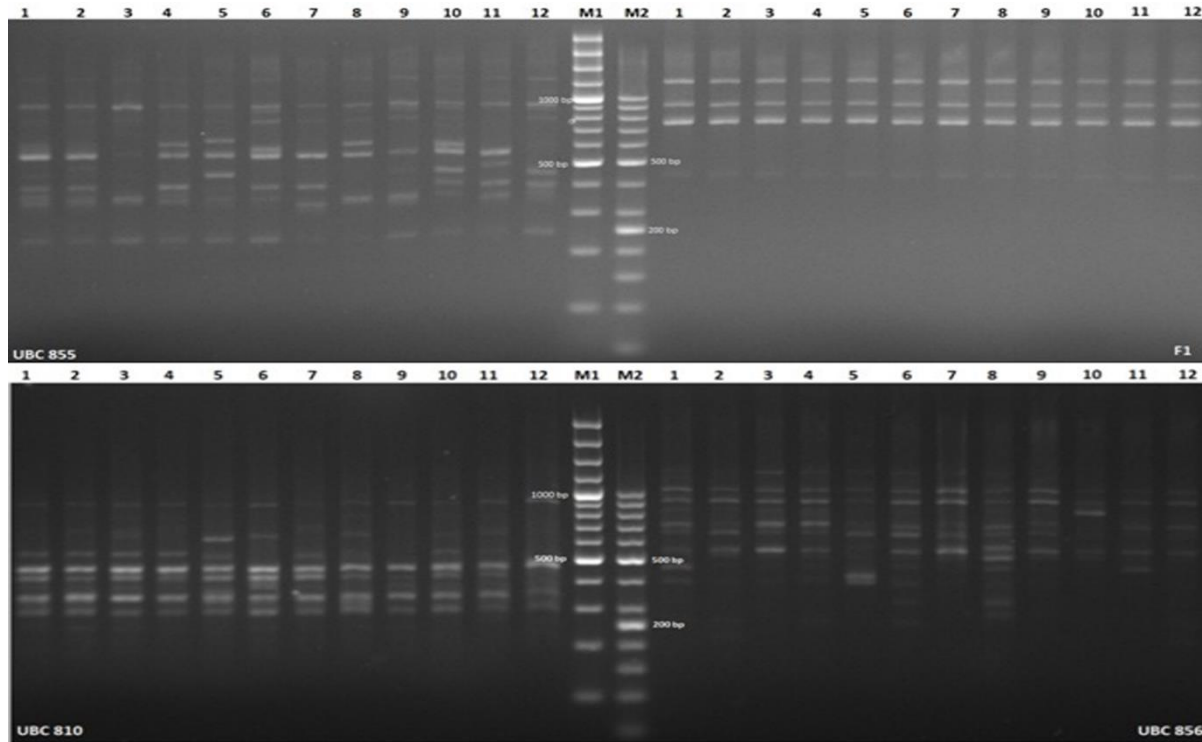


Figure 1. The agarose gel electrophoretogram of amplification products of DNAs obtained from different soybean genotypes. (Marker, M1: Fermentas SM1158; M2: Fermentas SM0371).

*Resim 1. Farklı soya fasulyesi genotiplerinden elde edilen DNA'ların amplifikasyon ürünlerinin agaroz jel elektroforezi*

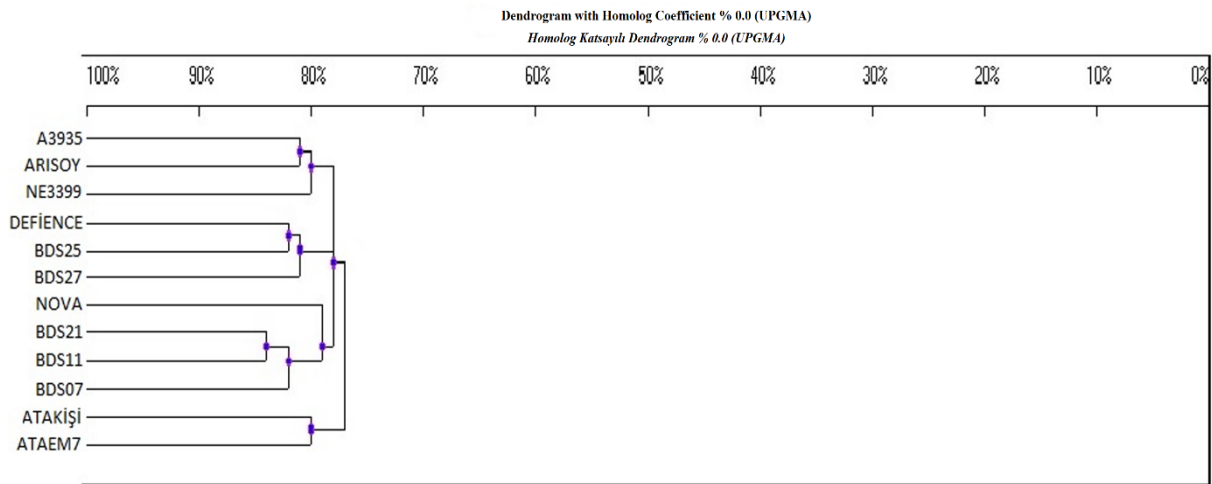


Figure 2. Dendrogram of genetic similarity obtained from ISSR-PCR profiles among Soybean genotypes

*Resim 2. Soya fasulyesi genotipleri arasında ISSR-PCR profillerinden elde edilen genetik benzerlik dendrogramı*

### Evaluation of Agronomic Traits

Soybean genotypes were evaluated by eight agronomic characters that contribute to yield, including plant height, number of branches, number of pods, first pod height, pod length, number of seeds per pod, first branch height, and 100 grain weight (Table 3).

All of these eight agronomic characters are affected by

environmental conditions, such as day length, more precise of photoperiod of late maturing genotypes according to early maturing genotypes and affected by day length differences of the number of pods (Whigham and Minor, 1978). The genotypes evaluated in this study were divided into maturity groups on the basis of day length; and the maturity groups ranged between 3.8 (BDS 21, BDS 25 and NOVA) and 4.1 (ATAEM 7).

Table 3. The numeric data of agronomic traits obtained from *Glycine max* (L.) Merr. Genotypes

Tablo 3. *Glycine max* (L.) Merr. Genotiplerinden elde edilen agronomik özelliklerin sayısal verileri

| Genotypes<br>Genotipler | Replication<br>Tekrar | Plant height (cm)<br>Bitki yüksekliği<br>(cm) | Height to first<br>branch (cm)<br>İlk dal<br>yüksekliği (cm) | Height to first<br>pod (cm)<br>İlk kapsül<br>yüksekliği (cm) | Number of branch<br>per plant<br>Bitki başına dal<br>sayısı | Number of pod per<br>pant<br>Bitki başına kapsül<br>sayısı | Pod length<br>(cm)<br>Tohum<br>uzunluğu | Number of seed per<br>pod<br>Kapsül başına tohum<br>sayısı | 100 seed weight<br>(g)<br>100 tohum<br>ağırlığı (g) |
|-------------------------|-----------------------|---|--|--|---|--|---|--|---|
| DEFIANCE                | 1                     | 51.20   | 5.20   | 12.10  | 2.40  | 22.20  | 4.00                                    | 2.80   | 12.65   |
|                         | 2                     | 84.40   | 4.60   | 12.20  | 1.60  | 35.00  | 4.10                                    | 3.00   | 13.15   |
|                         | 3                     | 70.60   | 6.80   | 17.20  | 1.70  | 22.30  | 3.70                                    | 2.90   | 11.81   |
| BDS 07                  | 1                     | 111.60  | 7.50   | 24.30  | 2.00  | 30.80  | 4.00                                    | 3.00   | 12.51   |
|                         | 2                     | 82.80   | 10.80  | 23.90  | 1.80  | 23.30  | 4.10                                    | 2.80   | 14.12   |
|                         | 3                     | 74.80   | 10.10  | 18.20  | 2.00  | 20.50  | 3.30                                    | 3.00   | 11.60   |
| BDS 27                  | 1                     | 76.50   | 7.60   | 14.90  | 3.40  | 29.40  | 4.14                                    | 3.00   | 13.85   |
|                         | 2                     | 99.70   | 10.20  | 23.80  | 1.00  | 23.50  | 4.00                                    | 3.00   | 13.75   |
|                         | 3                     | 77.30   | 9.30   | 26.30  | 1.50  | 22.50  | 3.70                                    | 3.00   | 11.55   |
| NOVA                    | 1                     | 97.00   | 6.60   | 20.30  | 2.80  | 24.70  | 3.50                                    | 2.90   | 11.40   |
|                         | 2                     | 84.30   | 6.20   | 17.00  | 1.90  | 33.20  | 3.60                                    | 2.70   | 11.32   |
|                         | 3                     | 84.90   | 12.90  | 20.40  | 2.50  | 31.00  | 3.80                                    | 3.00   | 10.37   |
| BDS 25                  | 1                     | 107.10  | 8.50   | 24.90  | 3.60  | 37.00  | 3.60                                    | 3.00   | 14.86   |
|                         | 2                     | 92.60   | 8.10   | 24.50  | 3.70  | 33.30  | 4.00                                    | 3.00   | 14.07   |
|                         | 3                     | 93.80   | 10.10  | 26.50  | 2.10  | 24.20  | 3.80                                    | 2.80   | 13.18   |
| ATAEM 7                 | 1                     | 105.40  | 8.40   | 19.60  | 1.30  | 31.20  | 3.50                                    | 3.00   | 10.76   |
|                         | 2                     | 93.80   | 1.80   | 17.70  | 0.20  | 20.80  | 3.80                                    | 2.70   | 10.72   |
|                         | 3                     | 83.20   | 6.00   | 21.40  | 0.90  | 29.30  | 3.20                                    | 2.90   | 9.67  |
| BDS 21                  | 1                     | 83.50   | 9.80   | 23.10  | 3.80  | 27.00  | 3.60                                    | 3.00   | 12.64   |
|                         | 2                     | 75.20   | 8.80   | 22.40  | 3.60  | 27.10  | 3.40                                    | 2.60   | 12.04   |
|                         | 3                     | 77.60   | 15.00  | 24.90  | 1.80  | 30.20  | 3.60                                    | 3.00   | 11.44   |
| NE 3399                 | 1                     | 72.50   | 7.50   | 18.90  | 2.30  | 22.90  | 7.50                                    | 3.00   | 12.33   |
|                         | 2                     | 92.20   | 9.90   | 20.30  | 2.00  | 32.50  | 3.70                                    | 2.50   | 12.91   |
|                         | 3                     | 77.50   | 6.20   | 22.80  | 1.10  | 20.20  | 3.40                                    | 2.90   | 10.97   |
| ARISOY                  | 1                     | 64.30   | 9.75   | 12.90  | 2.30  | 18.90  | 4.02                                    | 3.00   | 13.06   |
|                         | 2                     | 106.70  | 7.20   | 25.50  | 4.00  | 32.50  | 4.00                                    | 3.00   | 10.69   |
|                         | 3                     | 96.10   | 9.70   | 27.70  | 1.10  | 22.90  | 4.10                                    | 3.00   | 10.00   |
| BDS 11                  | 1                     | 99.60   | 7.80   | 21.00  | 3.00  | 51.40  | 3.90                                    | 3.00   | 11.43   |
|                         | 2                     | 102.40  | 6.40   | 20.40  | 1.80  | 40.60  | 4.00                                    | 3.00   | 11.72   |
|                         | 3                     | 91.90   | 7.60   | 23.00  | 1.10  | 25.10  | 3.60                                    | 3.00   | 11.29   |
| A 3935                  | 1                     | 73.30   | 6.10   | 15.00  | 4.30  | 45.10  | 4.10                                    | 3.00   | 12.71   |
|                         | 2                     | 78.20   | 4.30   | 20.30  | 1.20  | 21.60  | 4.00                                    | 3.00   | 11.61   |
|                         | 3                     | 77.70   | 7.00   | 32.40  | 2.40  | 28.10  | 3.40                                    | 2.80   | 11.10   |
| ATAKİŞİ                 | 1                     | 82.30   | 6.10   | 13.80  | 4.70  | 51.50  | 4.10                                    | 3.00   | 11.54   |
|                         | 2                     | 85.90   | 6.40   | 18.70  | 1.80  | 26.90  | 3.30                                    | 2.80   | 10.37   |
|                         | 3                     | 87.40   | 8.20   | 23.40  | 3.10  | 30.90  | 3.80                                    | 2.60   | 9.85  |
| F                       |                       | N.S.  | *  | N.S.   | N.S.  | N.S.   | N.S.                                    | N.S.   | N.S.  |
| C.V. (%)                |                       | 13  | 24   | 17   | 36  | 25   | 6                                       | 4  | 4   |
| L.S.D. (0,05)           |                       |   | 3.21   |  |   |  |   |  |   |

A dendrogram of agronomic traits was calculated according to the euclidian distance (Figure 3). According to the dendrogram, the genotypes were grouped into two main groups. The first main group comprised two subgroups; the genotypes Defiance, A3935, NE3399, BDS21, BDS27 and, BDS07 clustered

in the first subgroup, whereas ARISOY, ATAEM7, BDS11, NOVA and ATAKİŞİ clustered in the second subgroup. The genotype BDS25, which clustered in the second main group, was only 9.77% different from the first main group. Additionally, genotypes in the same maturity group clustered in different groups.

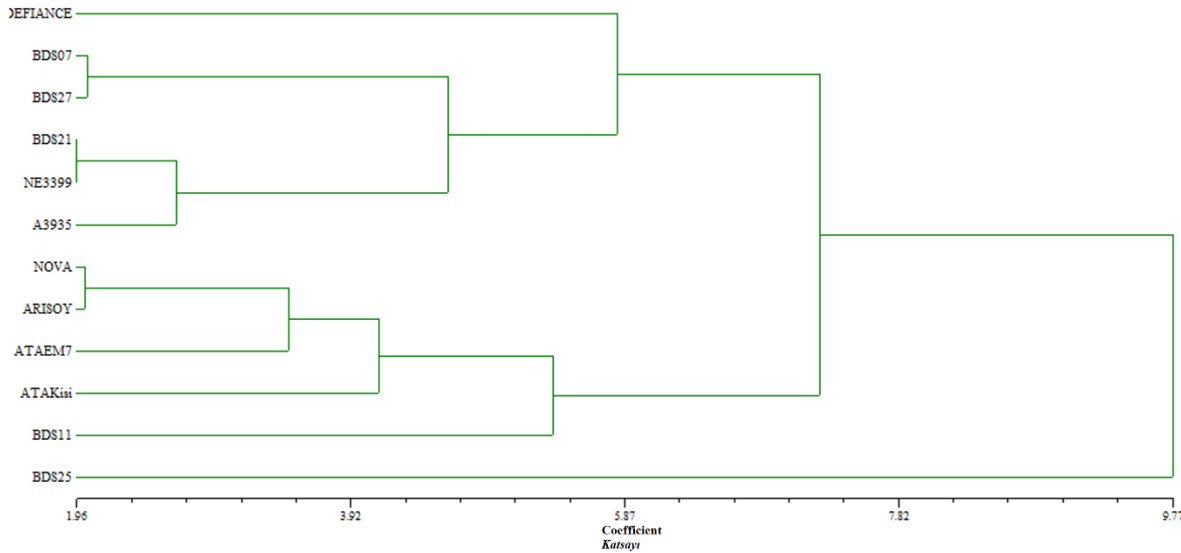


Figure 3. The dendrogram obtained according to the Euclidian distance based on the agronomic characters  
*Resim 3. Agronomik karakterlere dayanan Euclidian mesafesine göre elde edilen dendrogram*

In the dendrogram obtained on the basis of agronomic traits, BDS21 and NE3399, NOVA and ARISOY and, BDS27 and BDS07 genotypes were the closest genotypes and candidate variety according to the morphological appearance. The genotype ARISOY and ATAKİŞİ, developed from the same ancestor, clustered in the second subgroup of first main group, with approximately 4% distance. Two genotypes (A3935 and NE3399), obtained from America, morphologically clustered in the same group. All of the sibling genotypes formed as a result of hybridization, to develop new varieties, did not show morphological similarity; instead these genotypes clustered in different groups.

### Comparative Analysis of Dendrograms

We compared the dendrogram obtained using ISSR data from the agronomic traits. Soybean genotypes were much more closely related to each other according to the dendrogram obtained from agronomic traits than from that obtained from ISSR data. Genotypes from USA, including Defiance, NE3399 and A39035 clustered in the same group in both dendrograms. However, subgroups in the first main group showed differences between both dendrograms. Although genotypes were ~90% similar according to agronomic traits, candidate varieties clustered in different groups. Whereas, ISSR-PCR collected in a group, it achieved to distinguish with the distance rate of 16%-

22%. Such data is useful in the development of varieties and selection of genotypes.

When analyzed in terms of morphological characteristics, the geographic distribution of genotypes, derived from the same parents clustered in different groups, despite being collected from the same place. This information could be related to phenotypic characteristics affected by different environmental conditions. If more morphological characteristics were examined, it could be expected that the overlap between dendrograms would be greater.

### DISCUSSION

Molecular markers are advantageous for the identification of different genotypes and, have been utilized in population genetics studies (Abdelmigid, 2012; Chauhan et al., 2015). DNA based molecular markers have been invaluable in genetics and plant breeding (Nadeem et al., 2018). Among DNA markers, ISSRs are advantageous given the high annealing temperature of primers and high repetition, low cost and the genomic information provided. ISSRs have been widely used in plants, as they provide important information for understanding the relationship between species. Therefore, the results of this study may further assist in developing new breeding strategies (Abdelmigid, 2012). In this study, ISSR primers a total of 286 bands, with an average of 11.92 bands per primer were evaluated. The average

numbers of bands reported previously are 3.1 (Xie and Yoshihito, 2005), 20.05 (Arslan and Tamkoç, 2011), 5.47 (Bhatia et al., 2009), 18.8 (Abdelmigid, 2012), 6.5 (Aghaei et al., 2012) and 4.4 (Youssef, 2010).

Although our results demonstrated low genetic diversity among soybean genotypes using ISSR primers, these genotypes were successfully distinguished. Based on the number of polymorphic bands obtained in this study, DNA polymorphism was estimated as 30.76%. Low genetic diversity has also been reported previously using different DNA based molecular markers. For instance, AFLP markers have revealed 2.78% polymorphism among peanut genotypes (Herselman, 2003). In another study, the genetic diversity among 26 accessions of cultivated peanut has been determined as 18% by Dwivedi et al. (2001). RAPD markers have shown very low polymorphism among 18 soybean genotypes (Doldi et al., 1997). Ude and colleagues have reported 27% genetic diversity among 190 Japanese, North American, and Chinese soybean cultivars using AFLP markers (Ude et al., 2003).

Contrary to these results, Agarwal et al. (2014) have reported 77.89% polymorphism using 15 ISSR markers in soybean [*G. max* L. Merr.] genotypes. Jin et al. (2003) have shown high genetic diversity among 100 accessions of wild soybean (*Glycine soja* Sieb. and zucc.) collected from natural populations using 15 ISSR primers. Similarly, 60 SSR markers have revealed high genetic diversity among 123 soybean genotypes (Wang et al., 2006). Characterization of reproductive cell lines of pea (*Pisum sativum*) using RAPDs has shown genetic similarity index ranging from 26% to 79.3%; in this study 11 of 12 primers amplified the genomic DNA producing a total of 133 banding patterns (Yadav et al., 2007). Moreover, Brick and Sivolap (2001) have shown 75% polymorphism using ISSRs among 19 cultivars obtained from different ecological and geographic locations. Satyavathi et al., (2006) have demonstrated 95% genetic diversity among 72 soybeans cultivars collected from India using AFLP markers.

The information on genetic similarity among genotypes and populations is beneficial for breeding programs, as it ensures more powerful sampling of genotypes to be used for crossing for the development of new cultivars, and allows the organization of germplasm (Abdelmigid, 2012). In this investigation, the UPGMA analysis dendrogram and homology coefficient displayed strong relationship among soybean genotypes. The UPGMA analysis dendrograms generally did not show any clear clustering model according to where the accessions were collected (Abdelmigid, 2012). In our study, results of cluster analysis showed that were also placed in different cluster of geographically closer genotypes. Our results are consistent with those of Baloch et al.

(2010) showing that ARISOY and A3935 genotypes clustered in the same group.

Today, both morphological and molecular approaches are used to distinguish between genotypes. One of the biggest challenges in soybean cultivation is the limited number of varieties. Soybean is much more sensitive to the environment, soil type, and day length than other plant species. Therefore, breeding for new and improved soybean varieties adapted to different environmental conditions is critical. The results obtained in this study showed that ISSR markers were able to distinguish between soybean genotypes. ISSRs are easier, cheaper, and more reliable than conventional breeding methods of morphological characterization, which are more laborious, costly, and time consuming. We believe that ISSRs will facilitate plant breeders in the development of high yielding varieties of crop plants.

#### ACKNOWLEDGEMENT

This study was funded by grants from the Coordination Committee of Scientific Research Projects of Selçuk University (BAP, 11401025).

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### KAYNAKLAR

- Abdelmigid HM 2012. Efficiency of random amplified polymorphic DNA (RAPD) and inter-simple sequence repeats (ISSR) markers for genotype fingerprinting and genetic diversity studies in canola (*Brassica napus*). African Journal of Biotechnology, 11: 6409-6419.
- Agarwal PC 2014. Genetic diversity analysis among soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] Genotypes through ISSR Molecular Marker. International Journal of Pure and Applied Sciences 01:25-30.
- Aghaei M, Darvishzadeh R, Hassani A 2012. Molecular characterization and similarity relationships among Iranian basil (*Ocimum basilicum* L.) accessions using inter simple sequence repeat markers. The Revista Ciência Agronômica 43: 312-320.
- Arslan E, Tamkoc A 2011. The application of ISSR-PCR to determine the genetic relationship and genetic diversity between narrow leaved Bluegrass (*Poa angustifolia*) and Rough Bluegrass (*Poa trivialis*) accessions. Turkish Journal of Biology 35: 415-423.
- Baloch FS, Kurt C, Arioğlu H, Özkan H 2010. Assaying of diversity among Soybean (*Glycin Max* (L.) Merr.) and Peanut (*Arachis Hypogaea* L.) genotypes at

- DNA Level. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 34: 285-301.
- Bhatia R, Singh K, Jhang T, Sharma TR 2009. Assessment of clonal fidelity of micropropagated gerbera plants by ISSR markers. Scientia Horticulturae 119: 208–211.
- Brick AF, Sivolap YM 2001. Molecular identification and certification of soybean (*Glycin max* L.) cultivars. Russian Journal of Genetics 37: 1061-1067.
- Chauhan DK, Bhat JA, Thakur AK, Kumari S, Hussain Z, Satyawathi CT 2015. Molecular characterization and genetic diversity assessment in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] varieties using SSR markers. Indian Journal of Biotechnology 14: 504-510.
- Doldi ML, Vollmann J, Lelley T 1997. Genetic diversity in soybean as determined by RAPD and microsatellite analysis. Plant Breeding 116: 331-335.
- Doyle JJ, Doyle JL 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12: 13-15
- Dwivedi SL, Gurtu S, Chandra S, Yuejin W, Nigam SN 2001. Assessment of genetic diversity among selected groundnut germplasm. 1. RAPD analysis. Plant Breeding 120: 345-350.
- Fukuda Y 1933. Cytogenetical studies on the wild and cultivated Manchurian soybeans (*Glycine* L.). Journal of Japanese Botany 6: 489-506.
- Hassan SM 2013. Soybean, nutrition and health. In: "Soybean-Bio-Active Compounds." InTech. 453-473
- He S, Wang Y, Volis S, Li D, Yi T 2012. Genetic Diversity and Population Structure: Implications for Conservation of Wild Soybean (*Glycine soja* Sieb. et Zucc) Based on Nuclear and Chloroplast Microsatellite Variation. International Journal of Molecular Sciences 13: 12608-12628.
- Herselman L 2003. Genetic variation among South African cultivated peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes as revealed by AFLP analysis. Euphytica 133: 319-327
- Ildis 2001. "Legumes of the World". International Legume Database & Information Service, The University of Reading, UK.
- İşler N, Çalışkan ME 1998. GAP bölgesi ekolojik koşullarında soyada (*Glycine max* (L.) Merr.) verim ve verime etkili bazı özelliklerin korelasyonu ve path analizi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 22: 1-5.
- Jin Y, Zhang WJ, Fu DX 2003. Sampling strategy within a wild soybean population based on its genetic variation detected by ISSR markers. Acta Botanica Sinica 8: 995-1002.
- Kumar P, Gupta K, Misra K, Modi R, Pandey K 2009. Potential of molecular markers in plant biotechnology. Plant Omics Journal 2: 141-162.
- Lam HM, Xu X, Liu X, Chen WB, Yang GH, Wong FL, Li MW, He WM, Qin NB, Jian M, Shao G, Wang J, Sun SS and Zhang G 2010. Resequencing of 31 wild and cultivated soybean genomes identifies patterns of genetic diversity and selection. Nature Genetics 42: 1053–1061.
- Maughan PJ, Saghai MA, Maroof G, Buss R, Huestis GM 1969. Amplified fragment length polymorphism (AFLP) in soybean: Species diversity, inheritance, and nearisogenic line analysis. Theoretical and Applied Genetics 93: 392-401.
- Meena RK, Ambresh K, Sanket T 2015. Molecular Identity Using Inter-Simple Sequence Repeat & Random Amplified Polymorphic DNA Markers in Soybean (*Glycine Max*) Cultivars. Current Trends in Biotechnology and Pharmacy 9: 16-22.
- Monpara J, Kiran C, Vrinda T 2017. ISSR studies on small and large seed varieties of *Glycine max*. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 6: 1652-1656
- Nadeem MA, Nawaz MA, Shahid MQ, Doğan Y, Comertpay G, Yıldız M, Hatipoğlu R, Ahmad F, Alsalehh A, Labhanei N, Özkan H, Chungb G, Baloch FS 2018. DNA molecular markers in plant breeding: current status and recent advancements in genomic selection and genome editing. Biotechnology & Biotechnological Equipment 32: 261-285.
- Nei M 1978. Estimation of average heterozygosities and genetic distances from a small number of individuals. Genetics 89: 583-590.
- Rohlf FJ 2000. Ntsys-Pc: Numerical Taxonomy System. Ver. 2.1. Exeter Publishing, Ltd. Setauket, Ny.
- Satyavathi CT, Bhat KV, Bharadwaj C, Tiwari SP, Chaudhury VK 2006. AFLP analysis of genetic diversity in Indian soybean (*Glycin max* (L.) Merr.) varieties. Genetic Resources and Crop Evolution 53: 1069-1079.
- Singh RJ, Nelson RL, Chung GH 2007. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement. Oilseed crops, CRC Press, Boca Raton: Ed. Singh RJ), 4:13-50.
- Tantasawat P, Trongchuen J, Prajongjai T, Jenweerawat S, Chaowiset W 2011. SSR analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genetic relationship and variety identification in thailand. Australian Journal of Crop Science 5: 283-290.
- Ude GN, Kenworthy WJ, Costa JM, Cregan PB, Alvernaz J 2003. Genetic diversity of soybean cultivars from China, Japan, North America and North American ancestral lines determined by Amplified Fragment Length Polymorphism. Crop Science 43: 1858-1867.
- Wang L, Guan R, Zhanxiong L, Chang R, Qiu L 2006. Genetic diversity of Chinese cultivated soybean revealed by SSR markers. Crop Science 46: 1032-1038.
- Wang M, Li RZ, Yang WM, Du WJ 2010. Assessing the



- genetic diversity of cultivars and wild soybeans using SSR markers. *African Journal of Biotechnology* 9: 4857-4866.
- Whigham DK, Minor HC 1978. Agronomic characteristics and environmental stress. (Soybean, physiology, agronomy, and utilization. Academic Press, New York: Ed. Norman AG) 77-118.
- Xie F, Yoshihito T 2005. Phylogenetic analysis of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivars from different regions through ISSR markers. *Soybean Science* 24: 161-165.
- Yadav VK, Kumar S, Panwar RK 2007. Measurement of genetic diversity in fieldpea (*Pisum sativum* L.) genotype using RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54: 1285-1289.
- Yılmaz HA, Efe L 1998. Bazı Soya [*Glycine Max* (L.) Merrill] Çeşitlerinin Kahramanmaraş Koşullarında II. Ürün Olarak Yetiştirilebilme Olanakları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22: 135-142.
- Yoon M, Lee J, Kim C, Kang J, Cho E, Baek H 2009. DNA Profiling and Genetic Diversity of Korean Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Landraces by SSR Markers. *Euphytica* 165: 69-77.
- Youssef MA, Mansour A, Solliman SS 2010. Molecular markers for new promising drought tolerant lines of rice under drought Stress via RAPD-PCR and ISSR Markers. *Journal of American Science* 6: 355-363.

## Bursa-Gemlik Ekolojik Koşullarında Farklı Fosfor Dozlarının Azkan Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşidinin Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisi

Okan KULAÇ<sup>1</sup>, Numan BİLDİRİCİ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı VAN, <sup>2</sup> Yüzüncü Yıl Üniversitesi Gevaş Meslek Yüksek Okulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Gevaş/VAN

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1024-4530>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3587-8561>

✉: numanbildirici@yyu.edu.tr

### ÖZET

Bu araştırma 2014 ve 2015 yıllarında Bursa-Gemlik ekolojik koşullarında birinci ürün olarak yetiştirilen Azkan nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidine farklı fosfor dozu (0-4-6-8 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) uygulanarak verim ve verim öğelerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırmada elde edilen verilerin varyans analiz sonuçları dikkate alındığında fosfor dozlarına bağlı olarak iki yıl için bitkide boy, dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve dekara tane verimini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Yapılan uygulamalarla tane verimi ortalamaları 2014 yılında 156.9-202.5 kg da<sup>-1</sup>, 2015 yılında ise 159.4-197.4 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Fosfor dozları açısından deneme sonuçları incelendiğinde; iki yıl için en yüksek tane verimi sırasıyla 197.4-202.5 kg da<sup>-1</sup> ve 6 kg da<sup>-1</sup> fosfor(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) dozu uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Artan fosfor dozlarının bir noktaya kadar verimde pozitif yönlü bir artışa neden olduğu görülmüştür.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 10.12.2019

Kabul Tarihi : 20.02.2020

### Anahtar Kelimeler

Azkan

Nohut

Fosfor

Gübre

Verim

## The Effect of Different Phosphorus Doses on The Yield and Yield Components of Azkan Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Variety in Bursa - Gemlik Ecological Conditions

### ABSTRACT

In this study, four different phosphorus doses (0-4-6-8 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) were applied to Azkan chickpea varietie grown in Bursa-Gemlik ecological conditions in 2014 and 2015 to determine the effect on yield and yield component conducted. The experiment was designed as randomized block design with four replications. According to the results of the variance analysis of the data obtained in the research, phosphorus doses had a significant effect on plant height, number of branches per plant, number of pods per plant and grain yield in both years. The average yield of grain yields varied between 156.9-202.5 kg da<sup>-1</sup> in 2014 and 159.4-197.4 kg da<sup>-1</sup> in 2015. When results of the experiment were examined in terms of phosphorus doses; The highest grain yield in both years 197.4-202.5 kg da<sup>-1</sup> and 6 kg da<sup>-1</sup> phosphorus(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) doses were obtained respectively. Increases in phosphorus doses led to an increase in yield to a certain point.

### Research Article

### Article History

Received : 10.12.2019

Accepted : 20.02.2020

### Keywords

Azkan

Chickpea

Phosphorus

Fertilizer

Yield

**To Cite :** Kulaç O, Bildirici N 2020. Bursa-Gemlik Ekolojik Koşullarında Farklı Fosfor Dozlarının Azkan Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşidinin Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 23 (3): 697-704. DOI: 10.18016/ksutarimdog.v23i53104.657530

### GİRİŞ

Yemelik tane baklagiller tarla tarımı içerisinde ekim alanı ve üretim bakımından tahıllardan sonra gelen ikinci üründür. Baklagiller protein kaynağı olarak büyük öneme sahiptirler, dünyada insan beslenmesinde kullanılan bitkisel proteinlerin %22'si ve karbonhidratların %7'si, hayvan beslenmesinde ise proteinlerin %38'i ile karbonhidratların %5'i yemelik

tane baklagillerden karşılanmaktadır (UBK, 2011).

Baklagiller insanoğlu tarafından kültüre alınan ilk bitkiler arasındadır. Arkeolojik bulgular M.Ö. 5600 yıllarında baklagillerin gıda maddesi olarak kullanıldığını ortaya koymuştur. Baklagil bitkileri insan beslenmesinde esansiyel protein ve karbonhidrat kaynakları arasında olup, protein oranlarının(%18-31.6) yüksek olması ve önemli amino

asitler(isoleucine, leucine, phenylalanine v.b) içermeleri nedeniyle, özellikle gelir düzeyi düşük ülkelerin en önemli protein kaynaklarından birisi olarak değerlendirilmektedir (Özdemir, 2002).

Türkiye’de 2018 yılı itibariyle nohut ekim alanı 514.415 ha, üretim 630.000 ton ve verim ise 122.0 kg da<sup>-1</sup>’dır. Nohut yemeklik tane baklagiller arasında üretim alanı ve üretim miktarı bakımından birinci sırada yer almaktadır. Dünya’da nohut üretim değerlerine bakıldığında, 2015 yılında, toplam 12 milyon ha alanda, 95 kg da<sup>-1</sup> verim ile 11 milyon ton üretilmektedir (Anonim, 2018). Türkiye en fazla nohut üreten ülkeler arasında beşinci sırada yer almakta ve birim alandan elde edilen tane verimi dünya ortalamasından yüksektir. Ülkemizin nohut verimi, gelişmekte olan ülkelerin veriminden yüksek; ancak gelişmiş ülkelerin verimlerinden düşüktür. Nohut üretiminin yaklaşık % 50’si İç Anadolu bölgesinde yapılmaktadır (TEPGE, 2017).

Yemeklik baklagillerin proteince zenginliği, yetiştirme periyodunda azota çok az ihtiyaç göstermeleri kurak sistem bölgelerinde tahıllarla münavebeye girerek kendinden sonra gelen bitkiye besin maddelerince zengin bir toprak bırakmasına karşın nohudun tane verimini sınırlayan etkenlerin en başında antraknoz hastalığı [*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.] gelmektedir (Silim ve ark. 1993). *Ascochyta* yanıklığı veya nohut yanıklığı olarak isimlendirilen hastalığın etmeni *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr. (Eşeyli devresi: *Didymella rabiei* v. Arx) fungusudur (Nene ve ark., 1996, Kaiser ve Küsmenoğlu., 1997). Fungusun zararı toprak üstü aksam üzerindeki fotosentez aktivitesini azaltmasından kaynaklanmaktadır. Bunun nedeni tek bir mekanizmaya bağlı olamamakla birlikte depolanmış karbonhidratların tüketimi ve bazı oksidaz enzim aktivitelerinin artması ile açıklanmaktadır (Misaghi, 1982). Antraknoz hastalığı, bitkinin yaprak, yaprak sapı, genç dallar ve kapsül olmak üzere tüm toprak üstü organlarını enfekte etmektedir (Nene, 1982). En önemli zarar, gövde kırılmaları ve bakla enfeksiyonları sonucu oluşur (Reddy ve Sing, 1990). Hastalığın gelişimi için sıcaklık, yağış ve rüzgâr en önemli çevresel faktörlerdendir (Akem, 1999). Yağış ve nem hastalığın gelişimi için en önemli faktördür. 15 °C üstündeki sıcaklıklarda %60’in üzerinde nispi nem ve yaz süresince 350-400 mm yağışın hastalık için son derece uygun olduğu saptanmıştır (Açıkgöz, 1994). Açıkgöz (1994)’ ün bildirdiğine göre Ekim ve Nisan ayları arasındaki yağışların 150 mm veya üzerinde olması durumunda ise antraknoz çok zararlı olur. Antraknozla mücadelede etkin yol ise dayanıklı ve toleranslı nohut çeşitlerinin kullanılmasıdır. Bu sebeple kışlık çeşitlerin antraknoza dayanıklı olması önem arz etmektedir. Yazlık ekilen nohudun verimi yüksek sıcaklık ve kuraklık streslerinden olumsuz şekilde etkilenmektedir (Silim ve ark. 1993).

Nohut’un insan beslenmesindeki önemine yönelik olarak; cins, tür, çeşit ve yetiştirme yöntemlerine göre değişmekle birlikte, kuru taneleri % 18–37 oranında protein içerir. Bu oran, yazlık yetiştirilenlerde, kışlık ekilenlerden daha yüksek olmakta ayrıca A, B ve D vitaminleri bakımından zengin bir yapı göstermektedirler (Bildirici ve Yılmaz, 2003).

Fosfor bitkilerde optimal büyüme ve gelişmede mutlak gerekli olan makro besinlerden biridir. Fosfor bitkilerde kuru ağırlığın yaklaşık % 0.2’lik bir kısmını oluşturur ve bitkide meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonların oluşmasında görev almaktadır (Theodorou ve Plaxton, 1993). Bitkiler ATP, şekerler ve nükleik asitlerin oluşması için gerekli olduğundan fosfora ihtiyaç duymaktadır. Bitkide enerji transferi yapan ATP bu bileşiklerin en önemlilerindedir. Bitkide genetik özellikleri belirleyen DNA’nın oluşumu için gereklidir. Fosfor, hücre bölünmesi, çiçek ve meyve oluşumunda önemli rol oynar. Bitkilerin olgunlaşmasını hızlandırır. Potasyumun bitkiler tarafından alınmasına zemin hazırlar. Bitkinin hastalık ve zararlılara karşı direncini artırır. Bitki köklerinin suyu almasını düzenleyerek suyun etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar (Foth, 1984; Plaster, 1992; Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001; McCauley ve ark., 2009).

Bitkiler ihtiyaç duydukları fosforun önemli bölümünü gelişmelerinin ilk dönemlerinde alırlar ve bünyelerinde depo ederler. Bitkilerde oldukça hareketli olan fosfor, gelişmenin ileri dönemlerine doğru ihtiyaç duyulan diğer dokulara, tohum ve meyvelere taşınır. Özellikle metabolik aktivitenin yoğun olduğu hücre ve dokulara fosfor taşınım oranı da daha fazladır (Jeschke ve ark., 1997).

Bitkilerin kök gelişiminde fosforun etkisi önem arz etmektedir. Artan fosfor uygulamasına bağlı olarak kök gelişiminin de artması kökün topraktaki değinme yüzeyini genişletmekte ve böylece bitkilerin ihtiyaç duydukları diğer besin elementlerinden yararlanma oranları da artmaktadır (Marschner, 2008).

Ekim zamanı nohudun tane verimi üzerine etkili olan önemli bir faktördür. En uygun olan ekim zamanından sapmalar ekolojik koşullardaki değişimler sebebiyle, bitkinin gelişimi ve büyümesi üzerine olumsuz bir etki yapmaktadır. Kıyı bölgeleri dışında karasal iklime sahip iç bölgelerde ekim yazlık olarak şubat ayından mayıs ayına kadar değişen zamanlarda yapılmaktadır. Erken ekimde toprakta fazla nem bulunduğundan, aşırı vejetatif büyüme olmakta ve toprağın suyla fazla doyması sonucu hastalıklar yaygınlaşmakta ve tane verimi düşmektedir. Buna karşılık geç ekimde artan sıcaklıklar nedeniyle sınırlı toprak nemi çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemekte ve optimum bitki sıklığından daha az bitki çıkış yapmakta, gelişme dönemlerin kısalması ile verim azalmaktadır.

Türkiye’de nohut ekimi genellikle yazın

yapılmaktadır. Bunda antraknozun etkisini azaltma amacı da etkilidir. Ülke genelinde nohut ekim zamanı bölgelere göre şubat ayı ortasından mayıs ayına kadar değişmektedir. Kıyı bölgelerinde kışlık ekimler de yapılabilmektedir (Yağmur ve Engin 2005).

Bursa ilinde nohut ekilen alan miktarı 17.240 dekar, üretim miktarı 2.546 ton ve dekara nohut verimi ise 148 kg da<sup>-1</sup>'dir. Gemlik İlçesinde 90 dekar alanda nohut tarımı yapılmaktadır (Anonim, 2018). Bu araştırma, Bursa ilinde alternatif bir ürün olarak Azkan nohut çeşidinin yetiştirilme olanaklarının tespit edilmesini ve bu çeşitten yüksek tane verimi elde edebilmek için farklı fosfor dozlarının verim ve verim komponentleri üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Bu çalışma 2014-2015 yılların da Bursa'nın 24 km güney-batısında yer alan Gemlik ilçesi ekolojik şartlarında çiftçi arazisinde yürütülmüştür. Materyal olarak Eskişehir Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2009 yılında bölgenin ekolojik şartlarında

yapılan denemeler sonucunda uygun çeşit olarak tescillenen Azkan nohut çeşidi kullanılmıştır. Tescil özelliklerine göre bitki boyu 41-46 cm ve ilk bakla yüksekliği 15-20 cm arasında değişmekte olduğu, dik gelişen, orta derece dallanan, erkenci, kurağa, soğuğa toleranslı bir yemeklik nohut çeşididir. Birleşik yaprak ve salkım çiçek formuna sahip olup, çiçek rengi beyazdır. Koçbaşı tane tipinde ve tane açık bej renkli olup ve bitkide bakla sayısı 24/30 adet/bitki, baklada tane sayısı 1-2 adet olup, 100 tane ağırlığı 42,0-49,0 g. arasında değişir. Antraknoz hastalığına dayanıklıdır. Nohut tarımı yapılan tüm bölgelere önerilmektedir.

Gemlik'te genellikle Akdeniz iklimi hüküm sürüyorsa da Akdeniz ve Karadeniz iklim karakterlerinin karışım bölgesidir. Bilhassa Marmara denizinin tesiri altında mutedillik kazanmaktadır. Yaz kuraklığı Akdeniz rejiminde olduğu kadar şiddetli değildir. Kuzey rüzgârlarına karşı Samanlı dağlarıyla kapalı bulunan Gemlik'te en sıcak ay Temmuz, en soğuk ay ise Şubat'tır. Denemenin yürütüldüğü Gemlik ilçesinin 2014-15 yılı vejetasyon dönemine ilişkin bazı iklim verilerine ait ortalamalar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Gemlik İlçesi ortalama sıcaklık, yağış ve nispi nem miktarları

Table 1. Gemlik District Average temperature, rainfall and relative humidity in the trial years.

| Aylar(Months)     | Deneme Yılları-Trial Years (2014 -2015) |                             |                           | Uzun Yıllar-Long years (1954- 2013) |                             |                     |
|-------------------|---|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------|
|                   | Sıcaklık (°C)<br>Temperature            | Yağış (mm)<br>Precipitation | Nispi Nem<br>Moisture (%) | Sıcaklık (°C)<br>Temperature        | Yağış (mm)<br>Precipitation | Nem (%)<br>Moisture |
| Ocak(January)     | 0.4-0.6                                 | 41.0-66.3                   | 69.2-70.6                 | 0.5                                 | 66.3                        | 70.6                |
| Şubat(February)   | 0.6-0.7                                 | 42.8-34.5                   | 69.6-72.4                 | 6.2                                 | 72.3                        | 72.4                |
| Mart(March)       | 5.7-8.4                                 | 51.6-59.4                   | 53.8-68.5                 | 8.4                                 | 69.8                        | 67.7                |
| Nisan(April)      | 10.3-11.9                               | 69.2-64.0                   | 68.1-63.0                 | 12.9                                | 64.0                        | 63.6                |
| Mayıs(May)        | 15.2-17.0                               | 69.8-63.8                   | 59.9-56.2                 | 17.6                                | 43.3                        | 56.2                |
| Haziran(June)     | 21.8-21.4                               | 13.4-20.6                   | 42.7-44.6                 | 22.4                                | 32.6                        | 44.8                |
| Temmuz(July)      | 26.9-24.7                               | 13.6-16.2                   | 31.2-37.9                 | 24.6                                | 16.6                        | 37.1                |
| Toplamlar(Sums)   | 80.9-84.7                               | 301.4-324.8                 | 394.5-413.2               | 92.6                                | 364.9                       | 412.4               |
| Ortalamalar(Ave.) | 11.5-12.1                               | 43.0-46.4                   | 56.3-59.0                 | 13.2                                | 52.1                        | 58.9                |

\*Bursa Meteoroloji İl Müdürlüğü kayıtları

Denemenin yürütüldüğü 2014 yılı Mart ayından Ağustos ayı sonuna kadar geçen zamanda toplam yağış miktarı 43.5 mm olarak gerçekleşmiştir. 2015 yılında ise aynı zaman aralığının da 44.8 mm ile daha fazla yağış düşmüştür. Ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında ilk yıl ortalama 11.5 °C olarak ölçülmüştür. Bu değer denemenin ikinci yılında 12.1 °C olarak ölçülmüştür. Ortalama nem oranları ise denemenin ilk yılında (%56.3) ikinci yıla göre (%59.2) daha düşük gerçekleşmiştir(Anonim, 2015).

Deneme yerine ait toprakların 0-20 cm derinlikteki kısmından alınarak fiziksel ve kimyasal yönden analiz edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2'de görüldüğü üzere araştırma yeri toprakları killi-tınlı bünyeye sahip olup hafif alkali karakter göstermektedir(pH=7.5). Deneme toprakları organik

madde yönünden fakir alınabilir potasyum açısından zengin, ancak alınabilir fosfor bakımından ise yetersiz bulunmuştur.

Topraktaki tuz içeriği yönünden tuzsuz, pH ise nötre yakın olduğu görülmüştür. Toprağın katmanları organik madde ve azot içeriği bakımından fakir, yarıyışlı fosfor içeriğinin 0-30 cm derinlikte az olduğu tespit edilmiştir.

### Metot

Araştırma, 2014 ve 2015 yıllarında Bursa'nın Gemlik ilçesinde, Tesadüf Blokları Deneme Deseni planına göre kurulmuştur. Denemede, 1 nohut çeşidi (Azkan) x 4 ayrı fosfor dozu (0, 4.0, 6.0, 8.0 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> formunda) x 4 tekerrür =16 parsel olacak şekilde planlanmış ve yürütülmüştür. Denemedeki

parsellerde sıralar arası mesafe 35 cm ve parsel toplam alanı 1.75 m x 3 m =5.25 m<sup>2</sup> olarak 5 sıra halinde düzenlenmiş, hasatta ise yan taraflarından birer sıra, parsel başlardan ise 0.5 m kenar sıra tesiri olarak atıldıktan sonra verim öğelerine ait bazı ölçüm ve tartımlar kalan 1.05 m x 2 m =2.10 m<sup>2</sup> alan üzerinden tesadüfen seçilen 10 bitkide yapılmıştır. Ekim işlemi sıralar markörle çizildikten sonra çiziler çapa ile 6-8 cm derinleştirilerek m<sup>2</sup>'ye 45 tohum gelecek şekilde 17-21 Nisan 2014/15 tarihlerinde elle yapılmıştır. İhtiyaç duyuldukça çapa ile yabancı ot mücadelesi yapılmıştır.

Hasatlar birinci yılda 24 Temmuz; ikinci yılda ise 29 Temmuz tarihinde el ile yolunarak yapılmıştır. Her parselden tesadüfen seçilen 10 bitki üzerinde bitki boyu, bakla yüksekliği, dal sayısı, bakla sayısı, yüz tane ağırlığı ve dekara dane verimi değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar tesadüf blokları deneme planına göre analiz edilmiştir. Oluşan farklı grupların değerlendirilmesinde Duncan (%5) çoklu karşılaştırma testi (Düzzüneş ve ark., 1987) ile Costat ve Mstatc paket programlarından yararlanılmıştır.

Çizelge 2. Deneme topraklarının (0-30 cm) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri  
Table 2. Some physical and chemical properties of the trial area soil(0-30 cm)

| Yıllar | Tekstür           | Toplam tuz      | pH  | Kireç                 | Yarayışlı K (K <sub>2</sub> O)    | Yarayışlı P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | Organik madde(%)  |
|--------|-------------------|-----------------|-----|-----------------------|-----------------------------------|--|-------------------|
| Years  | Texture           | Total salt (EC) |     | CaCO <sub>3</sub> (%) | Creative K (kg da <sup>-1</sup> ) | Creative P(kg da <sup>-1</sup> )             | Organic matter(%) |
| 2014   | Kumlu-Tınlı-Killi | 0.036           | 7.4 | 5.60                  | 174.0                             | 1.70   | 1.10              |
| 2015   | Kumlu-Tınlı-Killi | 0.047           | 7.6 | 5.72                  | 82.0                              | 2.54   | 1.47              |

\*Van Ticaret Borsası toprak analizi laboratuvarlarında yapılmıştır.

## TARTIŞMA ve BULGULAR

Bursa-Gemlik koşullarında Azkan çeşidi ile yapılan denemede artan fosfor dozu uygulamaları sonucunda elde edilen veriler üzerinde yapılan varyans analiz sonuçlarına göre bazı karakterler bakımından yıllar arasında oluşan fark önemli çıktığı için yıllar ayrı değerlendirilmiştir. Oluşan gruplar ve ortalamaları Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir.

2014-2015 yıllarında parsellere ekimleri yapılan Azkan nohut çeşidinin ortalama 11 günde çıktığı gözlenmiş ve parsellerdeki iki yılın çiçeklenme ortalamasının ise çıkıştan sonraki 44. günde gerçekleştiği kayıt altına alınmıştır.

Ortalama çıkış süresi ve çiçeklenme gün sayısı, Beysarı (2012)'nin yapmış olduğu çalışmaya benzer (Çıkış Süresi: 11. Gün, Çiçeklenme Süresi: 44. Gün)'dir. Erdemci (2012)'nin yaptığı (Çıkış Süresi: 22. gün, Çiçeklenme Süresi: 55. Gün) çalışmadan ise daha

erken çıkış süresi verileri elde edilmiştir.

Denemede kullanılan Azkan nohut çeşidinin olgunlaşma süresi parsellerin ortalamasına göre çıkıştan sonraki 89. günde gerçekleşmiştir.

Azkan nohut çeşidinin ortalama fizyolojik olum süresi, Beysarı (2012)'nin yapmış olduğu çalışmaya yakın (Fizyolojik Olum: 79. Gün), Erdemci (2012)'nin (Fizyolojik Olum:102. Gün) ve Patan (2014)'in yaptığı (Fizyolojik Olum: 108.7 Gün) çalışmalardan daha erken veriler elde edilmiştir.

### 1. Bitki boyu

Araştırma sonunda elde edilen verilere göre 2014 yılında artan fosfor dozu uygulamalarına bağlı olarak bitki boyları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz, 2015 yılında ise % 5 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Bitki boyu, bakla yüksekliği ve dal sayısına ilişkin oluşan gruplar ve ortalama değerler  
Table 3. Plants height, pod height and number of branches and average values of groups formed

| Fosfor Dozları<br>Phosphor Doses<br>(kg da <sup>-1</sup> ) | Bitki Boyu (cm)<br>Plant Height(cm) |                     |       | İlk Bakla Yüksekliği (cm)<br>First Pod Height (cm) |                   |       | Dal Sayısı (adet)<br>Number of Branches (pieces) |                     |        |
|--|-------------------------------------|---------------------|-------|--|-------------------|-------|--|---------------------|--------|
|  | 2014                                | 2015                | Ort.  | 2014   | 2015              | Ort.  | 2014   | 2015                | Ort.   |
| 0.0  | 49.23                               | 47.97b <sup>1</sup> | 48.60 | 29.50  | 31.32             | 30.41 | 3.52c  | 6.64c               | 5.08c  |
| 4.0  | 51.27                               | 49.84ab             | 50.56 | 29.86  | 33.42             | 31.64 | 5.20b  | 7.71b               | 6.45b  |
| 6.0  | 53.43                               | 52.35a              | 52.89 | 31.91  | 32.14             | 32.02 | 6.97a  | 9.60a               | 8.29a  |
| 8.0  | 52.46                               | 52.14a              | 52.30 | 31.52  | 32.22             | 31.87 | 6.84ab   | 8.71ab              | 7.76ab |
| Yıllar Ort.<br>Years Ave.                                  | 51.59a                              | 50.57b              |       | 30.69b   | 32.28a            |       | 5.63b  | 8.16a               |        |
| LSD <sub>0.05</sub>  | Ö.D. <sup>4</sup>                   | 2.67* <sup>2</sup>  |       | Ö.D. <sup>4</sup>                                  | Ö.D. <sup>4</sup> |       | 4.92** <sup>3</sup>                              | 1.08** <sup>3</sup> |        |
| C.V (%)  | 4.60                                | 5.09                |       | 6.15   | 9.54              |       | 7.51   | 12.65               |        |

<sup>1</sup> a-d: Aynı sütunda farklı harfleri gösteren ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

<sup>2</sup>\* p<0.05; <sup>3</sup>\*\* p<0.01; <sup>4</sup> Ö.D.: Önemli değil.

Araştırmanın yapıldığı 2014 ve 2015 yıllarında yetiştirilen Azkan nohut çeşidinin artan fosfor dozu uygulamalarıyla yetiştirilmesinden elde edilen en yüksek bitki boyu ortalamaları her iki yılda dekara 6 kg fosfor uygulanan parsellerden (sırasıyla 53.43-52.35 cm) saptanmıştır. En kısa bitki boyu ise sırasıyla 49.23-47.97 cm ile 0 doz kontrol uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 3).

Nohutta bitki boyu artan fosfor uygulamasına göre değişmektedir. Babagil'in (2011) yaptığı çalışmada bitki boyu değerleri 42.6-49.7 cm arasında iken, Soylu (1999)'nun çalışmasında elde ettiği sonuçlar 33.66-41.89 cm arasında değişmiştir. Araştırmacıların 6 kg da<sup>-1</sup> fosfor uygulanan parseldeki bulgular ile bu çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular uyum göstermektedir.

Bitki boyu çeşit özelliği olarak çeşitlere göre farklılık göstermekle birlikte çevre ve iklim koşullarına, yazlık veya kışlık olma durumuna, yapılan ekim zamanına ve ekimden hasada kadar geçen sürede uygulanan değişik yetiştirme yöntemlerine göre de farklılık göstermektedir.

Bitkide Azkan nohut çeşidinin bitki boyuna ilişkin daha önce yapılan çalışmalarda, Beysarı (2012) 46 cm, Erdemci (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada 49.71 cm, Ceran(2015)'in yaptığı çalışmada 46.67 cm, Patan (2014) ise çalışmasında 55.7 cm gibi benzer nitelikte değerler elde etmişlerdir.

## 2. İlk bakla yüksekliği

Araştırmada elde edilen iki yıllık sonuçlara göre artan fosfor dozu uygulamalarına bağlı olarak her iki yıl için bakla yüksekliği arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemli farklılıklar oluşturmamıştır (Çizelge 3).

Denemede fosfor dozu uygulamaları sonucunda Azkan nohut çeşidinin bakla yüksekliği ortalamaları 2014 yılında 29.50-31.91 cm 2015 yılında ise 31.32-33.42 cm arasında değiştiği bulunmuştur. Çizelge 3 incelendiğinde görüleceği üzere uygulamalar arasında en yüksek ilk bakla yüksekliğinin 2014 yılında 6 kg da<sup>-1</sup>, 2015 yılında da 4 kg da<sup>-1</sup> fosfor uygulanan parsellerde (sırasıyla 31.91-33.42 cm) ölçülmüştür. En düşük bakla yüksekliği ise sırasıyla 29.50-31.32 cm ile gübresiz kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3). Bildirici ve ark (2007) tarafından Canitez-87 nohut çeşidi üzerine yaptıkları çalışmada bakla yüksekliğinin 13.0-33.6 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Karaköy (2008) tarafından yapılan çalışmada bakla yüksekliği 31.5-40.7 cm, Babagil'in (2011) yaptığı çalışmada ise 20.6-27.6 cm olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmalar elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Genel olarak uzun boylu ve vejetatif aksamı büyük olan bitkilerin ilk baklaları da yüksekte oluşmaktadır. Bakla yüksekliği, genetik ve çevre faktörlerinin önemli

ölçüde etkisi altında olduğu diğer bir verim unsurudur (Fehr, 1987). Baklagillerde mekanizasyonla hasat ve harman işlerinde önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (Babagil, 2011). Zeren ve ark. (1991) makineli hasat için en uygun ilk bakla yüksekliğinin 26 ve 30 cm olması gerektiğini bildirmişlerdir. Eser ve ark. (1989) ilk bakla yüksekliğini büyük oranda genetik yapı belirlese de çevreden de oldukça fazla etkilenmektedir. İlk bakla yüksekliği uzun boylu ve vejetatif aksamı fazla olan bitkilerde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada uygulanan fosfor dozlarının ilk bakla yüksekliğinde önemli farklılıklar oluşturmadığı tespit edilmiştir. Ancak, bitki boyuna olan etkisi göz önüne alındığında, Azkan nohut çeşidi makineli hasat açısından oldukça önemli olan ilk bakla yüksekliğinin fazla olması, hasadın daha kolay yapılmasına ve tane kayıplarının en aza inmesine imkân sağlamaktadır.

## 3. Bitkide dal sayısı

2014-15 yılları arasında yürütülen çalışmada artan fosfor dozlarının nohutta dal sayısı üzerine etkisi istatistiksel olarak her iki yılın sonuçlarına göre P<0.01 seviyesinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3'ün incelenmesinden görüleceği üzere artan fosfor dozu uygulamaları ile bitkide dal sayısı ortalamaları 2014 yılında 3.52-6.97 adet arasında değişirken, 2015 yılında ise 6.64-9.60 adet arasında değişmiştir. En yüksek dal sayısı her iki yılda da sırasıyla 6.97-9.60 adet ile 6 kg da<sup>-1</sup> uygulanan bitkilerde rastlanmıştır. En düşük dal sayısı ise yıl sırasıyla 3.52-6.64 adet ile kontrol uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 3).

2014 ve 2015 yılı yaz yetiştirme sezonlarında elde edilen sonuçlara göre; 6 kg da<sup>-1</sup> olarak uygulanan fosfor dozunun bitkide dal sayısını artırdığı gözlenmiştir.

Bitkide fosforun en önemli görevlerinden biri hücre bölünmesini teşvik etmenin yanı sıra yeni doku oluşumunda etkili bir element olmasıdır. Bu konuda yürütülen bazı çalışmalarda; Vadavia ve ark. (1991) yapmış olduğu nohuda uygulanan fosforun bitkinin dallanmasını arttırdığını belirttikleri çalışma ile Dahiya ve ark. (1993)'ü tarafından yapılan çalışma, elde edilen bu sonuçları destekler niteliktedir.

## 4. Bakla sayısı

Analiz sonuçları incelendiğinde artan fosfor dozlarının bakla sayısı üzerine etkisi 2014 ve 2015 yıllarının her ikisinde de % 1 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4).

Denemede artan fosfor dozu uygulamalarının bitkide bakla sayısını artırdığı tespit edilmiştir. En yüksek bakla sayısı değeri her iki yılda sırasıyla 26.20-25.03

adet ile 6 kg da<sup>-1</sup> fosfor dozu uygulamasından elde edilmiştir. En düşük bakla sayısı ise 17.72-18.63 adet ile gübresiz kontrol parsellerinde ölçülmüştür (Çizelge 4). Diğer araştırmacıların yaptığı çalışmalarla kıyaslandığında; Bu çalışmada bitkide toplam bakla sayısı açısından benzer sonuçların elde edildiği görülebilir (Anlarsal ve ark., 2000). Vadavia ve ark. (1991) azot ve fosforlu gübrelerin bitkide bakla sayısını

artırdığını bildirmişlerdir. Chhina ve ark. (1991) ise susuz koşullarda verimi yüksek nohut çeşitlerinin ıslahında bitkide bakla sayısı karakterinin üzerinde durulmasının gerektiğini bildirmektedirler. Ayrıca susuz koşullarda çok sayıda bakla oluşturan çeşitler doğal olarak yüksek verimli çeşitlerdir. Bu nedenle kurak şartlarda bu çeşitlerden daha fazla tane verimi elde edilebilir.

Çizelge 4. Bakla sayısı, yüz tane ağırlığı ve dekara tane verimine ilişkin oluşan gruplar ve ortalama değerler  
*Table 4. Number of plant pods, one hundred grain weight, and decare yield values and related groups and average*

| Fosfor Dozları<br>Phosphor Doses<br>(kg da <sup>-1</sup> ) | Bakla Sayısı (adet)<br>Number of Pods (pieces) |         |         | Yüz Tane Ağırlığı (gr)<br>Hundred Grain Weight(g) |                   |       | Dekara Tane Verimi (kg da <sup>-1</sup> )<br>Grain Yield (kg da <sup>-1</sup> ) |         |         |
|--|--|---------|---------|---|-------------------|-------|---|---------|---------|
|  | 2014   | 2015    | Ort.    | 2014  | 2015              | Ort.  | 2014  | 2015    | Ort.    |
| 0.0  | 17.72c   | 18.63d  | 18.17c  | 43.87   | 44.29             | 44.08 | 168.89c   | 159.44d | 164.16d |
| 4.0  | 19.45bc  | 20.65c  | 20.05bc | 44.85   | 45.73             | 45.29 | 180.49b   | 165.30c | 172.89b |
| 6.0  | 26.20a   | 25.03a  | 25.62a  | 45.13   | 46.45             | 45.79 | 202.45a   | 197.36a | 199.90a |
| 8.0  | 22.50b   | 21.98b  | 22.24b  | 45.60   | 45.57             | 45.58 | 156.92d   | 182.45b | 169.68c |
| Yıllar Ort.<br>Years Ave.                                  | 21.47b   | 21.57a  |         | 44.86a  | 45.51b            |       | 177.18a   | 176.13b |         |
| LSD <sub>0.05</sub>  | 12.24***                                       | 1.34*** |         | Ö.D. <sup>4</sup>                                 | Ö.D. <sup>4</sup> |       | 8.39***   | 5.68*** |         |
| C.V (%)  | 3.10   | 5.97    |         | 4.21  | 3.44              |       | 4.47  | 3.11    |         |

<sup>1</sup> a-d: Aynı sütunda farklı harfleri gösteren ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

<sup>2\*</sup> p<0.05; <sup>3\*\*</sup> p<0.01; <sup>4</sup> Ö.D.: Önemli değil.

## 5. Yüz tane ağırlığı

Çizelge 4'tevaryans analizi sonuçları incelendiğinde, uygulanan fosfor dozu miktarlarının yüz tane ağırlıklarına etkisinin istatistiksel olarak önemli çıkmadığı görülecektir. En yüksek yüz tane ağırlığı değeri 2014 yılında 8 kg da<sup>-1</sup> fosfor uygulanan parselden (45.60 g) elde edilirken, 2015 yılında ise 6 kg da<sup>-1</sup> fosfor uygulamasından (46.45 g) elde edilmiştir.

Yiğitoğlu (2006) yaptığı araştırmada nohut çeşitlerinin yüz tane ağırlıklarının 36.49-40.28 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Azkan nohut çeşidinin yüz tane ağırlığı değişmemekle birlikte daha önce yapılan çalışmalarda, Beysarı (2012)'nin yapmış olduğu çalışmada 46.72 g, Dinç (2012)'in yapmış olduğu çalışmada 39.66 g gibi benzer ve destekler nitelikte sonuçlar elde etmişlerdir. Az da olsa oluşan farklılığın ekolojik şartlar ve yetiştirme şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

## 6. Dekara tane verimi

Araştırma sonunda elde edilen veriler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre fosfor dozlarının nohutta dekara tane verimi üzerine etkisi 2014-2015 yıllarının her ikisinde de istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4'den görüleceği üzere araştırmanın her iki yılında artan fosfor dozlarının tane verimini artırdığı tespit edilmiştir. Yıllar itibari ile sırasıyla en yüksek tane verimi 202.45-197.36 kg da<sup>-1</sup> ile 6 kg da<sup>-1</sup> fosfor doz uygulamasında ölçülmüştür. En düşük dekara tane verimi ise 156.92-159.44 kg da<sup>-1</sup> ile birinci yıl 8 kg da<sup>-1</sup>,

ikinci yıl ise 0.0 kg da<sup>-1</sup> fosfor dozu uygulamalarından elde edilmiştir. Tane verimindeki düzensiz artışların ortaya çıkmasında birinci yılda alınan yağışın düzensiz ve az olması gübre çözünürlüğünün yavaş olmasından kaynaklanmış olabilir. Birinci yılda nohut fosfor dozlarından iyi derecede yararlanamamıştır.

Azkan nohut çeşidinin dekara tane verimine ilişkin daha önce yapılan çalışmalarda; Biçer ve Anlarsal (2004) 121.5-166.6 kg da<sup>-1</sup> arasında elde ederken, Babagil (2011) 94.4-138.1 kg da<sup>-1</sup> ve Karaköy (2008) ise 91-211.0 kg da<sup>-1</sup> arasında elde etmiştir. Tane verimindeki artışların ortaya çıkmasında sulama ve doğru ve yeterli gübre uygulamalarının etkisinin önemli olduğu belirtilmiştir (Dahiya et al., 1993). Özellikle nohut bitkisinde bakla bağlama ve dallanma döneminde yapılan sulamanın verimde ciddi oranda artışlara neden olduğu bilinmektedir (Yağmur ve Engin 2005).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Deneme sonunda elde edilen verilere bakıldığında fosforun bitki beslemede verimi ve kaliteyi belirleyen önemli bir faktör olduğu ortaya çıkmaktadır. Tarımsal üretimde önemli bir girdi olan gübreleme konusunda alternatif uygulamaların önemi giderek artmaktadır.

Çizelge 3 ve 4.'de fosfor gübresi uygulamalarının bitki verimi ve bazı kalite kriterleri üzerine etkileri incelendiğinde; Bitki yüksekliği, ilk bakla yükseklikleri ve yüz tane ağırlıkları istatistiksel olarak önem teşkil etmemiştir. Bunun yanı sıra; dal sayısı, bakla sayısı ve tane verimlerinin istatistiksel

olarak önemli olduğu bulunmuştur. Azkan nohut çeşidinin artan fosfor uygulamalarıyla yetiştirilmesinden elde edilen yıllar itibarı ile sırasıyla en yüksek bitki boyu (53.43-52.35), bakla yüksekliği (31.91-33.42 cm), dal sayısı (6.97-9.60 adet) ve bitkide bakla sayısı (26.2-25.03 adet), olarak 6 kg da<sup>-1</sup> fosfor uygulanan parsellerde gözlenmiştir.

Artan fosfor dozu uygulamasının bitkide bakla sayısı üzerine etkisi arasındaki farkın istatistiksel bakımdan önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4). Dekara 6 kg fosforun kullanıldığı parselden diğer parsellere göre daha fazla bakla (26.2-25.03 adet) elde edilmiştir. En yüksek yüz tane ağırlığı; 2014 yılında 8 kg da<sup>-1</sup> 2015 yılında ise 6 kg da<sup>-1</sup> fosfor uygulanan parsellerden (sırasıyla 45.60-46.45 g) elde edilmiştir.

Uygulanan fosfor dozlarının tane verimine etkisinin her iki yıl için % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Her iki yılda dekara 6 kg fosfor uygulanan parsellerden (202.45-197.36 kg da<sup>-1</sup>) diğer uygulama dozlarına göre daha yüksek verim elde edilmiştir (Çizelge 4).

Yukarıda belirtilen faktörler göz önüne alındığında Bursa ili Gemlik ilçesi koşullarında Azkan nohut çeşidi için uygun olan gübre dozu miktarı 6 kg da<sup>-1</sup> olduğu saptanmıştır. Gübre, tarımsal bir girdi olarak önem taşımaktadır. Bu nedenle ekonomik olacak gübre miktarının uygulanması, verimi olumlu yönde arttıracaktır. Azkan nohut çeşidi bitki boyu, bakla yüksekliği ile makineli tarıma imkân sağlarken, antraknoza dayanıklılığı ve verim düzeyi olarak ta yüksek verimli bir çeşit niteliğindedir. Sonuç olarak bu çalışma, Azkan nohut çeşidinin Bursa İli Gemlik ilçesinde birinci ürün olarak yetiştirilmesinin ve ekonomik fosfor gübre uygulaması olarak 6 kg da<sup>-1</sup> fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) dozunun dal sayısı, bakla sayısı ve tane verimine faydalı olacağına ve bu amaçla bundan sonra yapılacak olan çalışmalar için önemini ortaya çıkarmaktadır.

### 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

- Açıkgöz N 1994. Evaluation of chickpea lines for resistance to Ascochyta blight. 9 th. Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, s. 261-264.
- Akem C 1999. Ascochyta blight of chickpea: present status and future priorities. International Journal of Pest Management, 45(2): 131-137.
- Aktaş M, Ateş A 1998. Bitkilerde beslenme

- bozuklukları nedenleri tanınmaları. Nurool Matbaacılık A.Ş. Ostim, Ankara.
- Anlarsal AE, Yücel C, Özveren D 2000. Çukurova koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verimle ilgili özellikler ile bu özellikler arası ilişkilerin saptanması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24(1): 19-29.
- Anonim 2017. TEPGE. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara, Turkey. [www.arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/37/Urun-Raporlari](http://www.arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/37/Urun-Raporlari) (Access date: 06 Mayıs 2018).
- Anonim 2015. BMİM. Bursa Meteoroloji İşleri Müdürlüğü. Bursa, Turkey.
- Anonim 2018. TÜİK. Turkish Statistical Institute, Ankara, Turkey. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (Access date: 06 Mayıs 2018).
- Babagil GE 2011. Erzurum ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve verim özelliklerinin incelenmesi. Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 26(2): 122-127.
- Beysarı V 2012. Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin Bingöl koşullarındaki verim ve adaptasyon koşullarının belirlenmesi. BÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Yüksek Lisans Tezi, 53s.
- Biçer BT, Anlarsal E 2004. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) köy çeşitlerinde bitkisel ve tarımsal özelliklerin belirlenmesi. AÜ. Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 10(4): 389-396.
- Bildirici N, Yılmaz N 2003. The effect of different nitrogen and phosphorus doses and bacteria inoculation (*Rhizobium phaseoli*) on the yield and yield components of field bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Agron. 4: 207-215.
- Bildirici N, Çiftçi V, Doğan Y 2007. Van-Gevaş sulu koşullarında DAP (Diamonyum Fosfat) gübre dozlarının Canitez-87 nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidinde verim ve bazı verim öğelerine etkisi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran, Erzurum.
- Boşgelmez A, Boşgelmez İİ, Savaşçı S, Paşlı N 2001. Ekoloji – II (Toprak), Başkent Klîşe Matbaacılık, Kızılay, Ankara.
- Ceran F 2015. Farklı zamanlarda ekilen nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. SÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Yüksek Lisans Tezi, 54s.
- Chhina BS, Verma MM, Brar HS, Batta RK 1991. Relationship of seed yield and some morphological characters in chickpea under rainfed conditions. Tropical-Agriculture(Trinidad and Tobago). 68(4): 337-338.
- Dahiya S, Singh M, Singh M 1993. Relative growth performance of chickpea genotypes to irrigation and



- fertilizers application. Haryana Journal of Agronomy, 9(2): 172-175.
- Dinç A 2014. Türkiye’de tescil edilmiş bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin Van koşullarında verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. YYÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Yüksek Lisans Tezi, 63s.
- Düzgüneş O, Kesici T, Gürbüz F 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1021, Ankara, 295s.
- Erdemci İ 2012. Güneydoğu Anadolu Bölgesi koşullarında farklı nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinin yazlık ve kışlık ekimlerinde bazı tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. ÇÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Doktora Tezi, 45s.
- Eser D, Geçit HH, Emeklier HY, Kavuncu O 1989. Nohut gen materyalinin zenginleştirilmesi ve değerlendirilmesi. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Dergisi, 13(2): 246-254.
- Fehr WR 1987. Genotyp-Environment Interaction. Principles of Cultivar Development, Vol: I. Theory and Technique. Macmillan Publishing Company, New York, pp: 247-260s.
- Foth HD 1984. Fundamentals of Soil Science. 7th Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Jeschke WD, Holobrada M, Hartung W 1997. Growth of *Zea mays* L. plants with their seminal roots only. Effects on plant development, xylem transport, mineral nutrition and the flow and distribution of abscisic acid (ABA) as a possible shoot to root signal. Journal of Experimental Botany, 48(1): 1229-1239.
- Kaiser WJ, Kusmenoglu, I 1997. Distribution of mating types and the teleomorph of *Ascochyta rabiei* on chickpea in Turkey. Plant Disease, 81, 1284-1287.
- Karaköy T 2008. Çukurova ve Orta Anadolu Bölgelerinden toplanan bazı yerel nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinin verim ve verimle ilgili özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. ÇÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Doktora Tezi, 105s.
- Marschner H 2008. Mineral Nutrition of higher plants. Digitgal print. Academic press., 889s.
- McCauley A, Jones C, Jacobsen J 2009. Nutrient Management. Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service. Publication, 4449-9, p.1-16.
- Misaghi IJ 1982. Physiology and biochemistry of plant-pathogen interactions. Plenum Press, New York 271pp.
- Nene YL 1982. A review of *Ascochyta* blight of chickpea. Trop. Pest Manage., 28: 61-70.
- Nene YL, Sheila VK, Sharma SB 1996. A world list of chickpea and pigeon pea pathogens. 5 the dn. Patancheru 502 324 Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics. 27p
- UBK 2011. Ulusal Baklagil Konseyi. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Baklagil Raporu. [http://www.ubk.org.tr/ziraat\\_rapor.pdf](http://www.ubk.org.tr/ziraat_rapor.pdf) (Erişim tarihi: 22 Mart 2013).
- Özdemir S 2002. Yemelik Baklagiller. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Patan F 2014. Tescilli bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin Erzurum ekolojik koşullarına adaptasyonu. AÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Yüksek Lisans Tezi, 71s.
- Plaster EJ 1992. Soil Science and Management. 2nd Edition, Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA.
- Reddy MV, Sing KB 1990. Management of ascochyta blight of chickpea through integration of host plant tolerance and foliar spraying of chlorothalonil. Indian Journal of Plant Pathology, 18: 65-69.
- Silim SN, Saxena MC, Erksine W 1993. Adaptation of lentil to the Mediterranean environment: II. Response to moisture supply. Exp. Agric., 29: 21-28.
- Soylu Ç 1999. Nohut (*Cicer arietinum* L.)’ta bakteri aşılama ve gübrelemenin bazı bitki özelliklerine ve verime olan etkileri. AÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 45s.
- Theodoros M, Plaxton W 1993. Metabolic adaptations of plant respiration to nutritional phosphate deprivation. Plant Physiol, 101: 339-344.
- Vadavia AT, Kalaria KK, Patel JC, Baldha NM 1991. Influence of organic, inorganic and biofertilizers on growth yield on nodulation of chickpea. Indian Journal of Agronomy, 36(2): 263-264.
- Yağmur M, Engin M 2005. Farklı fosfor ve azot dozları ile bakteri aşılamanın nohut (*Cicer arietinum* L.)’un tane verimi ve bazı verim öğeleri ile ham protein oranı üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 15 (2): 93-102.
- Yiğitoğlu D 2006. Kahramanmaraş koşullarında farklı bitki sıklıklarının kışlık ve yazlık ekilen bazı nohut çeşitlerinde (*Cicer arietinum* L.) verim ve verim ile ilgili özelliklere etkisi. ÇÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Doktora Tezi, 175s.
- Zeren Y, Özcan T, Işık A 1991. Nohut Hasat ve Harman Mekanizasyonu Üzerine Bir Araştırma. Doğa-Tr. J. of Agriculture and Forestry. 15: 215-223.

## Bazı Kavuzsuz Arpaların (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Soner YÜKSEL<sup>1\*</sup>, Saime Ünver İKİNCİKARAKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir, <sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara  
✉: soner.yuksel@tarimorman.gov.tr

### ÖZET

Bu araştırma; 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme dönemlerinde Eskişehir'de Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yürütülmüştür. Çalışmada; kavuzsuz arpanın, kuru koşullarda verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; materyal olarak dokuz adet kavuzsuz arpa hattı ile bir tane tescilli kavuzsuz arpa çeşidi (Özen) kullanılmıştır. Araştırmada; m<sup>2</sup>'deki başak sayısı, sap uzunluğu, birim alan tane verimi, başakta tane sayısı, başakta tane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı ve 2.5 mm elek üstü değerlerine ilişkin veriler elde edilmiştir. Ele alınan tüm özellikler yönünden yıllar arası farklılık önemli bulunmuş ve yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; kuru şartlarda her iki yıl G1 numaralı arpa hattı 217 ve 225 kg/da ile en yüksek tane verimi vermiştir. Protein oranı yönünden birinci yıl %17.4 ile G6 numaralı hattından en yüksek değer elde edilmiştir. İkinci yıl %11.8 protein oranı ile G9 numaralı kavuzsuz arpa hattı ön plana çıkmıştır. Birim alan tane verimi en yüksek olan G1 numaralı arpa hattı diğer özellikler yönünden incelendiğinde, m<sup>2</sup>'de başak sayısı, sap uzunluğu, başakta tane sayısı gibi özelliklerde iyi sonuçlar vermiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 09.12.2019

Kabul Tarihi : 06.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

Kavuzsuz arpa

Hat

Tane verimi

Kuru koşullar

Kalite özellikleri

## Determination of Yield and Some Quality Characteristics of Different Hulless Barley Genotypes (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.)

### ABSTRACT

This research was carried out in 2012-2013 and 2013-2014 growing seasons in Eskişehir Transitional Zone Agricultural Research Institute. In the study, it was aimed to determine the yield and some quality characteristics of hulless barley in rainfed conditions. Nine lines and one registered variety (Özen) of hulless barley were used as material for this study. In the research, number of spikes per m<sup>2</sup>, length of stem, grain yield per unit area, grain number per spike, grain yield per spike, thousand grain weight, hectoliter weight, protein content and grain amount above 2.5 mm sieved were studied. The difference between the years was found significant regarding all the characteristics and then the years were evaluated separately. According to the results of the research; In dry conditions, G1 barley line produced the highest grain yield with 217 and 225 kg/da every two years. With regard to protein ratio, the highest value was obtained from G6 barley line with 17.4% in the first year. In the second year, G9 hulless barley line came forward with 11.8% in protein ratio. When G1 barley line, which has the highest grain yield per unit area, was examined in terms of the other characteristics, it gave good results in respect to some properties such as number of spikes per m<sup>2</sup>, length of stem, grain number per spike.

### Research Article

#### Article History

Received : 09.12.2019

Accepted : 06.02.2020

#### Keywords

Hulless Barley

Line

Grain yield

Rainfed conditions

Quality Characteristics

To Cite : Ünver S, İkincikarakaya SÜ 2020. Kavuzsuz Arpaların (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (3): 705-712. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.657258

### GİRİŞ

Ülkemiz arpanın (*Hordeum vulgare* L.) önemli gen

merkezlerinden birisi olmasının yanı sıra, dünya arpa üreticisi ülkeler arasında ilk 10 içerisinde yer

almaktadır. Genelde kışlık olarak yetiştiriciliği yapılan arpa, ekiliş alanı ve üretim miktarı olarak dünya genelinde tahıllar içerisinde dördüncü, Türkiye’de ise ikinci sırada yer almaktadır. 2018 yılı itibari ile arpanın ekiliş alanı 2.6 milyon hektar üretimi 7 milyon ton ve verimi 293 kg/da düzeyindedir (Tüik, 2019).

Kavuzsuz arpanın üretimi, ıslah çalışmaları, yem, gıda ve endüstriyel alanlarda kullanılması konularında birçok araştırmalar yapılmaktadır. Kavuzsuz arpa  $\beta$ -glukan ve diğer besinsel lif kaynakları bakımından zengindir (Yalçın ve ark., 2006). Yüksek sindirilebilir protein ve enerji içeriği (Anonymus., 1994), ekme yapımında paçalda kullanılabilmesi, yüksek çözünebilir lifler nedeniyle plazma kolestrolünü azaltıcı etkisi nedeniyle kavuzsuz arpaya olan ilgiyi arttırmaktadır (Ottekin ve ark.,1996). Ayrıca, kavuz içermemesi öğütme teknolojisi bakımından birçok kolaylıklar sağlamaktadır. Klasik buğday öğütme metod ve ekipmanları ile kepek ve una kolaylıkla ayrılabilir (Karaduman, 2006). Son yıllarda artan taleple birlikte ülkemizde kavuzsuz arpa ıslahı konusunda yapılan çalışmalar sonucunda Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (TARM)’ne ait 2012 yılında Özen, 2014

yılında ise Yalın isimli iki çeşit tescil edilmiştir.

Bu çalışmada, Eskişehir kuru koşullarında 9 adet kavuzsuz arpa hattı ile Özen çeşidinin verim ve kalite performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

### MATERYAL ve METOT

Araştırma, 2012–2013 ve 2013–2014 yıllarında, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisinde yürütülmüştür. Denemenin kurulduğu alanın denizden yüksekliği 780 m olup, 30° 31” kuzey enlemleri 39° 46” doğu boylamında yer almaktadır.

Eskişehir ili, batı geçit bölgesinde bulunmasına rağmen ilde karasal iklim görülmektedir. Yıllık yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına göre 326.8 mm’dir. Denemenin yürütüldüğü 2012–2013 ve 2013–2014 yetiştirme dönemlerine ve uzun yıllara ait aylık sıcaklık ve yağış verileri Çizelge 1’de verilmiştir (Anonim, 2014). İklim verileri incelendiğinde, yağış açısından iki yıl arasında yaklaşık 45 mm’lik bir fark olduğu görülmektedir. Özellikle birinci yıl başaklanma dönemine rast gelen mayıs ayındaki yetersiz yağış iki yıl arasında iklimsel olarak büyük farklılıklar meydana getirmiştir.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü yıllar ve uzun yıllara ait meteorolojik veriler.

Table 1. Measured meteorological data of the experiment and long terms averages.

| Aylar<br>Months    | 2012-2013                   |                        |                                 | 2013-2014                   |                        |                                 | Uzun Yıllar<br>(Long term avg.) |                                   |
|--------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
|                    | Yağış (mm)<br>Precipitation | Ort. Nem<br>Avg.RH (%) | Ort. Sıcaklık<br>Avg Temp. (°C) | Yağış<br>Precipitation (mm) | Ort. Nem<br>Avg.RH (%) | Ort. Sıcaklık<br>Avg.Temp. (°C) | Yağış<br>Precipitation (mm)     | Ort. Sıcaklık<br>Avg. Tem p. (°C) |
| Ekim (October)     | 16.1                        | 78.1                   | 14.2                            | 65.0                        | 65.6                   | 9.8                             | 25.0                            | 11.4                              |
| Kasım(November)    | 14.5                        | 92.3                   | 7.3                             | 15.0                        | 73.5                   | 6.7                             | 30.3                            | 5.7                               |
| Aralık(December)   | 73.2                        | 95.1                   | 2.2                             | 1.5                         | 76.0                   | 1.7                             | 45.7                            | 1.4                               |
| Ocak(January)      | 18.5                        | 93.6                   | 1.7                             | 21.0                        | 81.0                   | 3.6                             | 38.3                            | -1.3                              |
| Şubat(February)    | 25.4                        | 88                     | 5.6                             | 5.0                         | 62.3                   | 5.5                             | 32.3                            | 0.2                               |
| Mart(March)        | 30.6                        | 59.8                   | 7.6                             | 19.1                        | 69.0                   | 7.9                             | 33.1                            | 4.6                               |
| Nisan(April)       | 26.8                        | 63.2                   | 11.5                            | 51.4                        | 63.7                   | 13.0                            | 35.1                            | 9.2                               |
| Mayıs(May)         | 5.8                         | 51.5                   | 18.6                            | 31.2                        | 63.3                   | 16.3                            | 43.3                            | 14.1                              |
| Haziran(June)      | 36.5                        | 53.6                   | 20.2                            | 63.7                        | 64.1                   | 19.8                            | 29.1                            | 18.6                              |
| Temmuz(July)       | 0.8                         | 52.8                   | 21.6                            | 20.4                        | 57.8                   | 23.7                            | 13.8                            | 21.9                              |
| Toplam Total       | 248.2                       |                        |                                 | 293.3                       |                        |                                 | 326.8                           |                                   |
| Ortalama (Average) |                             |                        | 11.05                           |                             |                        | 10.80                           |                                 | 8.58                              |

Ekim öncesinde deneme alanının 3 farklı derinliklerden alınan toprak örneklerinin analizleri, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Toprak-Su Araştırmaları Laboratuvarlarında yapılmış ve bu analizlere ait sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir.

Denemenin birinci yıl kurulduğu alandan alınan numunelerde yapılan analizlere göre toprak bünyesi killi, kireç ve organik madde içeriği bakımından orta, yarayırlı fosfor bakımından zayıf ve yarayırlı potasyum bakımından ise zengin özelliğe sahiptir. Denemenin ikinci yıl kurulduğu alandan alınan

numunelerde yapılan analizlere göre toprak bünyesi tınlı, kireç ve organik madde içeriği bakımından orta, yarayırlı fosfor bakımından zayıf ve yarayırlı potasyum bakımından ise zengin özelliğe sahiptir.

Bu çalışmada ICARDA (Uluslararası Kurak Alanlarda Tarımsal Araştırma Merkezi) orijinli 9 adet kavuzsuz arpa hattı ile 1 adet tescilli kavuzsuz arpa çeşidi (Özen) deneme materyali olarak kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan kavuzsuz arpa hatlarının genotip melez isimleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 2. Toprak özellikleri.

Table 2. Summary of soil properties.

| 1. YIL<br>1 <sup>st</sup> SEASON | Derinlik<br>Depth (cm) | pH    | Toplam Tuz<br>EC (%) | Kireç<br>Calcitic (%) | Organik Madde<br>Organic Material (%) | Yarayışlı<br>Plant available<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> ) | Yarayışlı<br>Plant available<br>K <sub>2</sub> O (kg da <sup>-1</sup> ) |
|----------------------------------|------------------------|-------|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|---|
|                                  | 0-30                   | 8.1   | 0.30                 | 7.49                  | 1.7                                   | 5.31   | 103.4   |
| 30-60                            | 8.0                    | 0.28  | 8.91                 | 1.0                   | 1.67                                  | 77.3   |   |
| 60-90                            | 8.1                    | 0.25  | 9.62                 | 0.9                   | 0.95                                  | 63.4   |   |
| 2. YIL<br>2 <sup>st</sup> SEASON | Derinlik<br>Depth (cm) | pH    | Toplam Tuz<br>EC (%) | Kireç<br>Calcitic (%) | Organik Madde<br>Organic Material (%) | Yarayışlı<br>Plant available<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> ) | Yarayışlı<br>Plant available<br>K <sub>2</sub> O (kg da <sup>-1</sup> ) |
|                                  | 0-30                   | 7.4   | 0.131                | 8.1                   | 1.7                                   | 4.7  | 97.9  |
| 30-60                            | 7.5                    | 0.089 | 9.0                  | 0.9                   | 2.2                                   | 75.2   |   |
| 60-90                            | 7.6                    | 0.048 | 10.52                | 0.4                   | 2.5                                   | 55.4   |   |

Çizelge 3. Denemelerde kullanılan kavuzsuz arpa genotipleri.

Table 3. Hullless barley genotypes used in the experiments.

| Sıra No (No) | Genotipler (Genotypes)                              |
|--------------|---|
| 1            | SB90704   |
| 2            | ICB 100811  |
| 3            | MOLA/BERMEJO"S"/NISPERO                             |
| 4            | ICB 100819  |
| 5            | Bugar   |
| 6            | K-247/2401-13//Radikal/Vavilon LF7                  |
| 7            | Roho/Masurka//ICB-103020                            |
| 8            | CYCLONE/4/YAA560.2//LUTHER/BK259/3/NGYAK-8/PLAISANT |
| 9            | CYCLONE/4/YAA560.2//LUTHER/BK259/3/NGYAK-8/PLAISANT |
| 10           | ÖZEN  |

Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Metrekarede başak sayısı (adet), sap uzunluğu (cm), birim alan tane verimi (kg/da), başakta tane sayısı (adet), başakta tane verimi (g), bin tane ağırlığı (g), hektolitre ağırlığı (kg/hl), protein oranı (%) ve 2.5 mm elek üstü (%) değerleri incelenmiştir.

Tarla denemeleri her iki yılda da nadas'tan sonra planlanmıştır. Ekimden hemen önce dekara 6 kg saf N (3 kg ekimle, 3 kg sapa kalkma döneminde) ve 7.6 kg saf P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, verilmiştir. Deneme için 450 tohum/m<sup>2</sup> sıklık kullanılmıştır. Denemede ekim; ekim mibzeri ile sıra arası 20 cm (6 sıra) ve parsel boyutu (5x1.2) 6 m<sup>2</sup> olarak düzenlenmiştir.

2012-2013 yetiştirme sezonunda 06 Mart 2013 tarihinde ve 2013-2014 yetiştirme sezonunda 18 Şubat 2014 tarihinde ekilmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada incelenen özellikler bakımından yıllar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiş ve yıllara göre elde edilen veriler ayrı ayrı verilmiştir.

Arpa genotiplerinin metrekaredeki başak sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4'de, ortalamalar ve farklılık gruplandırmaları ise Çizelge 5'de verilmiştir.

Metrekaredeki başak sayısı ortalamaları birinci yıl 307 adet olarak belirlenmiştir. En fazla m<sup>2</sup>'de başak sayısı, 400 adet ile Özen arpa çeşidinde olurken, en az m<sup>2</sup>'de başak sayısı G9 numaralı hatta 261 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Denemenin ikinci yılında, m<sup>2</sup>'de başak sayısı ortalamaları birinci yıldan düşük gerçekleşmiştir. Genotipler m<sup>2</sup>'de başak sayısı bakımından istatistiksel olarak 4 farklı grupta yer almıştır. İkinci yılda G1 numaralı hattan en fazla m<sup>2</sup>'de başak sayısı 393 adet ile elde edilmiştir. G9 hattı ise 200 adet ile en az m<sup>2</sup>'de başak sayısı gösteren hat olmuştur.

Her iki yetiştirme döneminde denemelerin geneline bakıldığında, Özen kavuzsuz arpa çeşidi m<sup>2</sup>'de başak sayısı bakımından ilk sıralarda, G9 numaralı hat ise son sırada yer almıştır. Bu sonuçlar, Özen kavuzsuz arpa çeşidinin kardeşlenme dinamiğinin çok iyi olduğu, G9 numaralı hattın ise kardeşlenmesi en az hatlardan biri olduğunu göstermektedir. Bulgularımız Aktaş (2017) ve Ergün ve Geçit (2005)'in bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Birim alanda fazla sayıda başak oluşturabilme özelliğine sahip genotiplerin veriminin daha fazla olduğu, ekim normu, çeşit, ekim zamanı, yararlanılabilir su miktarına, iklim ve toprak koşullarına göre metrekarede başak sayısının değiştiği, Kılıç ve ark. (2010) ile Kızılgöçü ve ark. (2016) tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 4 Kavuzsuz arpa genotiplerinde incelenen özelliklere ait varyans analizi sonuçları.

Table 4. Variance analysis of the investigated parameters in hulles barley genotypes.

| V.K.                           | S.D | K.O   |  | K.O   |  | K.O   |  |
|--------------------------------|-----|---|--|---|--|---|--|
|                                |     | m <sup>2</sup> 'deki başak sayısı (adet)<br><i>Spike number per m<sup>2</sup></i><br>(number) |  | Sap uzunluğu<br>(cm)<br><i>Plant height (cm)</i>            |  | Birim alan tane verimi<br>(kg/da)<br><i>Grain yield (kg/da)</i> |  |
|                                |     | 1. Yıl<br><i>1<sup>st</sup> Season</i>  | 2. Yıl<br><i>2<sup>st</sup> Season</i> | 1. Yıl<br><i>1<sup>st</sup> Season</i>                      | 2. Yıl<br><i>2<sup>st</sup> Season</i> | 1. Yıl<br><i>1<sup>st</sup> Season</i>                          | 2. Yıl<br><i>2<sup>st</sup> Season</i> |
| Genel ( <i>General</i> )       | 29  |   |  |   |  |   |  |
| Blok ( <i>Block</i> )          | 2   | 1355.83   | 15.70                                  | 14.57   | 34.30                                  | 160.46  | 594.18                                 |
| Genotip<br>( <i>Genotype</i> ) | 9   | 4017.03*  | 10901.94**                             | 79.36*  | 146.90**                               | 2627.43**   | 2703.51**                              |
| Hata ( <i>Error</i> )          | 18  | 1578.98   | 945.00                                 | 27.05   | 27.59                                  | 423.66  | 801.79                                 |
| D.K.%                          |     | 12.92   | 10.22                                  | 10.06   | 5.74                                   | 12.18   | 15.32                                  |
| V.K.                           | S.D | K.O   |  | K.O   |  | K.O   |  |
|                                |     | Başakta tane sayısı (adet)<br><i>Grain number per spike</i><br>(number)                       |  | Başakta tane verimi (g)<br><i>Grain yield per spike (g)</i> |  | Bin tane ağırlığı (g)<br><i>Thousand grain weight (g)</i>       |  |
|                                |     | 1. Yıl<br><i>1<sup>st</sup>Season</i>   | 2. Yıl<br><i>2<sup>st</sup>Season</i>  | 1. Yıl<br><i>1<sup>st</sup>Season</i>                       | 2. Yıl<br><i>2<sup>st</sup>Season</i>  | 1. Yıl<br><i>1<sup>st</sup>Season</i>                           | 2. Yıl<br><i>2<sup>st</sup>Season</i>  |
| Genel ( <i>General</i> )       | 29  |   |  |   |  |   |  |
| Blok ( <i>Block</i> )          | 2   | 0.58  | 14.05                                  | 0.005   | 0.008                                  | 7.03  | 6.53                                   |
| Genotip<br>( <i>Genotype</i> ) | 9   | 7.41  | 3.61                                   | 0.01*   | 0.01                                   | 23.88**   | 37.36**                                |
| Hata ( <i>Error</i> )          | 18  | 3.57  | 3.56                                   | 0.006   | 0.01                                   | 5.77  | 2.53                                   |
| D.K.%                          |     | 9.72  | 7.65                                   | 11.35   | 10.94                                  | 6.38  | 3.98                                   |
| V.K.                           | S.D | K.O   |  | K.O   |  | K.O   |  |
|                                |     | Hektolitre ağırlığı (kg/hl)<br><i>Test weight (kg/hl)</i>                                     |  | Protein oranı (%)<br><i>Protein content (%)</i>             |  | 2.5 mm elek üstü (%)<br><i>Grain size (&gt;2.5 mm) (%)</i>      |  |
|                                |     | 1. Yıl  | 2. Yıl                                 | 1. Yıl  | 2. Yıl                                 | 1. Yıl  | 2. Yıl                                 |
| Genel ( <i>General</i> )       | 29  |   |  |   |  |   |  |
| Blok ( <i>Block</i> )          | 2   | 5.73  | 5.57**                                 | 4.42  | 6.23                                   | 41.28   | 161.19                                 |
| Genotip<br>( <i>Genotype</i> ) | 9   | 18.31**   | 3.30**                                 | 1.75  | 1.58                                   | 264.32**  | 586.44**                               |
| Hata ( <i>Error</i> )          | 18  | 2.00  | 0.86                                   | 0.90  | 1.21                                   | 18.26   | 65.94                                  |
| D.K.%                          |     | 1.97  | 1.19                                   | 5.79  | 10.53                                  | 12.50   | 15.89                                  |

\*:%5, \*\*: %1 düzeyinde önemli

\*:%5, \*\*: %1 statistically significant

Sap uzunluğu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4'de, ortalamaların farklılık gruplandırılmaları ise Çizelge 5'de verilmiştir. Birinci yıl, genotiplerin sap uzunluğu ortalama 51.6 cm olarak belirlenmiştir. En yüksek sap uzunluğu, 57.4 cm ile G2 numaralı hatta olurken, en düşük sap uzunluğu değeri Özen kavuzsuz arpa çeşidinden (41.9 cm) elde edilmiştir.

Denemenin ikinci yılında, sap uzunluğu ortalamaları birinci yıldan oldukça yüksek değerler göstermiştir. Bunun sebebi yağış açısından iki yıl arasında yaklaşık 45 mm'lik bir fark meydana gelmesidir. Özellikle

birinci yıl başaklanma dönemine rast gelen Mayıs ayındaki yetersiz yağış iki yıl arasında iklimsel olarak büyük farklılıklar meydana getirmiştir. Denemede G8 numaralı hat 105 cm ile en yüksek sap uzunluğuna sahip iken, G7 numaralı hat 85.3 cm ile en düşük sap uzunluğu değeri göstermiştir.

Araştırma sonucu elde ettiğimiz sap uzunluğuna ilişkin veriler, Kılınç ve ark. (1992), Kıran (1999), Ergün ve Geçit (2005), Sirat ve Sezer (2005), Kaydan ve Yağmur (2007), Alp ve ark. (2009), Çağlar ve ark. (2009)'nın çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 5. Kavuzsuz arpa genotiplerinde incelenen özelliklere ilişkin ortalamalar.

Table 5. Mean values of the investigated parameters in hullless barley genotypes.

| Genotipler<br>Genotypes | m <sup>2</sup> deki başak sayısı (adet)<br><i>Spike number per m<sup>2</sup> (count)</i> |   | Sap uzunluğu (cm)<br><i>Plant height (cm)</i> |  | Birim alan tane verimi (kg/da)<br><i>Grain yield per unit area (kg/da)</i> |  |             |
|-------------------------|--|---|---|--|--|--|-------------|
|                         | 1. Yıl<br><i>1<sup>st</sup> Season</i>   | 2.Yıl<br><i>2<sup>st</sup> Season</i>                               | 1. Yıl<br><i>1<sup>st</sup> Season</i>        | 2.Yıl<br><i>2<sup>st</sup> Season</i>                      | 1. Yıl<br><i>1<sup>st</sup> Season</i>                                     | 2.Yıl<br><i>2<sup>st</sup> Season</i>                      |             |
|                         | Ortalama<br>Average  |   | Ortalama<br>Average                           |  | Ortalama<br>Average  |  |             |
| G1                      | 340 <sup>abc</sup>   | 393 <sup>a</sup>  | 55.8 <sup>a</sup>                             | 90.6 <sup>bc</sup>   | 217 <sup>a*</sup>  | 225 <sup>a</sup>   |             |
| G2                      | 296 <sup>abcd</sup>  | 331 <sup>abc</sup>  | 57.4 <sup>a</sup>                             | 87.0 <sup>c</sup>  | 172 <sup>ab</sup>  | 209 <sup>abc</sup>   |             |
| G3                      | 341 <sup>abc</sup>   | 261 <sup>cd</sup>   | 47.8 <sup>abc</sup>                           | 87.0 <sup>c</sup>  | 176 <sup>ab</sup>  | 174 <sup>abc</sup>   |             |
| G4                      | 283 <sup>bed</sup>   | 328 <sup>abc</sup>  | 54.1 <sup>ab</sup>                            | 90.0 <sup>c</sup>  | 192 <sup>ab</sup>  | 213 <sup>ab</sup>  |             |
| G5                      | 283 <sup>bed</sup>   | 355 <sup>ab</sup>   | 50.4 <sup>abc</sup>                           | 86.3 <sup>c</sup>  | 109 <sup>c</sup>   | 175 <sup>abc</sup>   |             |
| G6                      | 270 <sup>cd</sup>  | 321 <sup>abc</sup>  | 55.1 <sup>ab</sup>                            | 92.0 <sup>bc</sup>   | 191 <sup>ab</sup>  | 176 <sup>abc</sup>   |             |
| G7                      | 361 <sup>a</sup>   | 298 <sup>bc</sup>   | 52.3 <sup>ab</sup>                            | 85.3 <sup>c</sup>  | 170 <sup>ab</sup>  | 187 <sup>abc</sup>   |             |
| G8                      | 286 <sup>abcd</sup>  | 215 <sup>d</sup>  | 56.2 <sup>a</sup>                             | 105.0 <sup>a</sup>   | 157 <sup>bc</sup>  | 137 <sup>c</sup>   |             |
| G9                      | 261 <sup>d</sup>   | 200 <sup>d</sup>  | 45.5 <sup>bc</sup>                            | 103.3 <sup>ab</sup>  | 158 <sup>bc</sup>  | 140 <sup>bc</sup>  |             |
| ÖZEN                    | 400 <sup>a</sup>   | 300 <sup>bc</sup>   | 41.9 <sup>c</sup>                             | 88.3 <sup>c</sup>  | 144 <sup>bc</sup>  | 208 <sup>abc</sup>   |             |
| <hr/>                   |  |   |   |  |  |  |             |
| Ortalama<br>Average     |  |   |   |  |  |  |             |
|                         |  | <i>307</i>  | <i>300.50</i>                                 | <i>51.68</i>   | <i>91.50</i>   | <i>168</i>   | <i>184</i>  |
|                         |  | Başakta tane sayısı (adet)<br><i>Grain number per spike (count)</i> |   | Başakta tane verimi (g)<br><i>Grain yield per spike(g)</i> |  | Bin tane ağırlığı (g)<br><i>Thousand grain weight (g)</i>  |             |
| G1                      | 21.4   | 25.0  | 0.67 <sup>bc</sup>                            | 1.04   | 33.6 <sup>b</sup>  | 35.6 <sup>e</sup>  |             |
| G2                      | 18.2   | 26.3  | 0.61 <sup>c</sup>                             | 1.05   | 34.0 <sup>b</sup>  | 36.3 <sup>de</sup>   |             |
| G3                      | 18.4   | 23.8  | 0.64 <sup>c</sup>                             | 1.15   | 38.0 <sup>ab</sup>   | 41.6 <sup>bc</sup>   |             |
| G4                      | 19.8   | 24.0  | 0.68 <sup>bc</sup>                            | 1.09   | 41.6 <sup>a</sup>  | 40.0 <sup>cd</sup>   |             |
| G5                      | 20.3   | 24.8  | 0.71 <sup>abc</sup>                           | 1.07   | 37.6 <sup>ab</sup>   | 37.6 <sup>cde</sup>  |             |
| G6                      | 21.8   | 26.0  | 0.70 <sup>abc</sup>                           | 1.03   | 35.0 <sup>b</sup>  | 36.3 <sup>de</sup>   |             |
| G7                      | 17.5   | 24.3  | 0.66 <sup>bc</sup>                            | 1.09   | 38.0 <sup>ab</sup>   | 41.0 <sup>c</sup>  |             |
| G8                      | 19.0   | 23.5  | 0.84 <sup>a</sup>                             | 1.24   | 39.3 <sup>ab</sup>   | 45.6 <sup>a</sup>  |             |
| G9                      | 20.4   | 23.3  | 0.81 <sup>ab</sup>                            | 1.15   | 41.6 <sup>a</sup>  | 45.0 <sup>ab</sup>   |             |
| ÖZEN                    | 17.4   | 26.0  | 0.63 <sup>c</sup>                             | 1.18   | 37.3 <sup>ab</sup>   | 40.3 <sup>cd</sup>   |             |
| <hr/>                   |  |   |   |  |  |  |             |
| Ortalama<br>Average     |  |   |   |  |  |  |             |
|                         |  | <i>19.4</i>   | <i>24.71</i>                                  | <i>0.69</i>  | <i>1.11</i>  | <i>37.6</i>  | <i>39.9</i> |
|                         |  | Hektolitire ağırlığı (kg/hl)<br><i>Test weight (kg/hl)</i>          |   | Protein oranı (%)<br><i>Protein content (%)</i>            |  | 2.5 mm elek üstü (%)<br><i>Grain size (&gt;2.5 mm) (%)</i> |             |
| G1                      | 70.5 <sup>bcd</sup>  | 78.0 <sup>ab</sup>  | 16.0  | 9.57   | 22.0 <sup>d</sup>  | 30.0 <sup>c</sup>  |             |
| G2                      | 72.7 <sup>ab</sup>   | 77.9 <sup>ab</sup>  | 16.6  | 10.2   | 24.4 <sup>d</sup>  | 42.6 <sup>bc</sup>   |             |
| G3                      | 67.7 <sup>d</sup>  | 76.7 <sup>bc</sup>  | 15.1  | 10.0   | 49.3 <sup>a</sup>  | 69.1 <sup>a</sup>  |             |
| G4                      | 71.4 <sup>abc</sup>  | 75.2 <sup>c</sup>   | 15.8  | 9.49   | 28.4 <sup>cd</sup>   | 49.4 <sup>abc</sup>  |             |
| G5                      | 74.6 <sup>a</sup>  | 79.3 <sup>a</sup>   | 17.3  | 11.2   | 37.0 <sup>bc</sup>   | 39.0 <sup>bc</sup>   |             |
| G6                      | 71.5 <sup>abc</sup>  | 77.4 <sup>abc</sup>   | 17.4  | 10.3   | 26.0 <sup>d</sup>  | 38.0 <sup>bc</sup>   |             |
| G7                      | 68.1 <sup>cd</sup>   | 77.7 <sup>ab</sup>  | 15.5  | 10.5   | 39.0 <sup>abc</sup>  | 69.2 <sup>a</sup>  |             |
| G8                      | 74.6 <sup>a</sup>  | 78.0 <sup>ab</sup>  | 16.3  | 10.8   | 40.2 <sup>ab</sup>   | 53.4 <sup>ab</sup>   |             |
| G9                      | 74.2 <sup>a</sup>  | 78.1 <sup>ab</sup>  | 16.9  | 11.8   | 29.4 <sup>cd</sup>   | 52.7 <sup>ab</sup>   |             |
| ÖZEN                    | 71.8 <sup>ab</sup>   | 77.5 <sup>abc</sup>   | 16.6  | 10.5   | 45.6 <sup>ab</sup>   | 67.3 <sup>a</sup>  |             |
| <hr/>                   |  |   |   |  |  |  |             |
| Ortalama<br>Average     |  |   |   |  |  |  |             |
|                         |  | <i>71.7</i>   | <i>77.6</i>                                   | <i>16.3</i>  | <i>10.4</i>  | <i>34.1</i>  | <i>51.0</i> |

\*: Harfler %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Letters indicate statistically significant differences (P<0.01)

Kavuzsuz arpa genotiplerinin birim alan tane verimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Her iki yıl birim alan tane verimi genotiplere göre istatistikî olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Birinci yıl genotiplerin birim alan tane verimi ortalama 168 kg/da olarak bulunmuştur. En yüksek verim G1 numaralı hatta (217 kg/da) olurken, en düşük 109 kg/da birim alan tane verimi ile G5 numaralı hatta belirlenmiştir (Çizelge 5).

Denemenin ikinci yılında ise birim alan tane verimi ortalamaları birinci yıldan daha yüksek değerler göstermiş, G1 numaralı hat 225 kg/da ile en yüksek birim alan tane verimi değeri, G8 numaralı hat ise 137 kg/da ile en düşük verime sahip genotip olmuştur (Çizelge 5).

Tane verimi birbirinden farklı verim öğelerinden oluşmaktadır (Ergün ve Geçit, 2005). Çeşitlerin verim kapasitesi, fenotip ve genotiple ilgili kantitatif özellikler ve bitkinin yetiştiği çevre ile belirlenmektedir.

Kavuzsuz arpa çeşit ve hatlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4'de, verilmiştir. Başakta tane sayısına ilişkin ortalamalar incelendiğinde (Çizelge 5), birinci yıl genotiplerin başakta tane sayısı ortalama 19.4 adet olarak belirlenmiştir. En fazla başakta tane sayısı, G6 numaralı hatta (21.8 adet), en az başakta tane sayısı 17.4 adet ile Özen kavuzsuz arpa çeşidinde bulunmuştur.

Denemenin ikinci yılında; G2 numaralı hattan 26.3 adet ile en fazla başakta tane sayısı elde edilirken, G9 numaralı hat 23.3 adet ile en az başakta tane sayısını göstermiştir.

Verim unsurları içinde başaktaki tane sayısı önemli bir yere sahiptir. Başakta tane sayısı tane verimine doğrudan etkisi bakımından metrekarede başak sayısından sonra ikinci derecede etkili olduğu (Sönmez ve ark.,1999) belirtilmektedir.

Başakta tane verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4'de verilmiş, birinci yıl başakta tane verimi genotiplere göre %5 düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur. Başakta tane verimi ortalama değerleri incelendiğinde (Çizelge 5), ilk yıl yürütülen denemede, başakta tane verimi ortalama 0.69 g olarak belirlenmiştir. En fazla başakta tane verimi, 0.84 g ile G8 numaralı hatta olurken, en az başakta tane verimi G2 numaralı hatta 0.61 g olarak belirlenmiştir.

Denemenin ikinci yılında; başakta tane verimi ortalamaları birinci yıldan daha yüksek değerler göstermiştir. G8 numaralı hattan 1.24 g ile en fazla başakta tane verimi elde edilirken, G6 numaralı hat 1.03 g ile en az başakta tane verimi değerini göstermiştir.

Sirat ve Sezer (2005), bir bölgede yapılan ıslah çalışmalarında başak verimi özelliğinin göz önünde

bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir. Bulgularımız; Yüksel ve ark. (2011), Kara ve ark. (2016)'nın bulguları ile benzerlik taşımaktadır.

Araştırmada ele alınan genotiplere ait bin tane ağırlığı ortalamalarına ait varyans analizi Çizelge 4'de verilmiştir. Birinci ve ikinci yıllarda, bin tane ağırlığı genotiplere göre istatistikî olarak %1 düzeyinde önemli farklılık göstermiştir. Bin tane ağırlığı ortalamaları incelendiğinde, birinci yıl yürütülen denemede, bin tane ağırlığı ortalama 37.6 g olarak belirlenmiştir. En fazla bin tane ağırlığı, 41.6 g ile G4 ve G9 numaralı hatlarda olurken, en az bin tane ağırlığı G1 numaralı hatta 33.6 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Denemenin ikinci yılında; G8 numaralı hattan en fazla bin tane ağırlığı 45.6 g ile elde edilmiştir. G1 numaralı hat ise 35.6 g ile en az bin tane ağırlığı gösteren genotip olmuştur.

Bin tane ağırlığı, başak uzunluğu ve başaktaki tane sayısı verimi direk olarak etkileyen faktörler olup (Kırtok ve Çölkesen, 1985), iklim şartlarına (Kün, 1996), bitkideki ana sap ve kardeş sayısına (Geçit, 1982), kültürel uygulamalara bağlı olarak değişebilmektedir.

Hektolitre ağırlığı ortalamalarına ait varyans analiz değerleri Çizelge 4'de belirtilmiştir. Her iki yıl hektolitre ağırlığı genotiplere göre istatistikî olarak %1 düzeyinde, önemli bulunmuştur. Hektolitre ağırlığı ilişkin ortalamalar incelendiğinde, birinci yıl yürütülen denemede, genotiplerin hektolitre ağırlığı ortalama 71.7 kg/hl olarak belirlenmiştir. En yüksek hektolitre ağırlığı, G5 numaralı hatta (74.6 kg/hl) belirlenirken, en düşük hektolitre ağırlığı 67.7 kg/hl ile G3 numaralı hatta bulunmuştur (Çizelge 5).

Denemenin ikinci yılında; hektolitre ağırlığı ortalamaları birinci yıldan daha yüksek değerler göstermiştir. G5 numaralı hatta 79.3 kg/hl ile en fazla hektolitre ağırlığı değeri elde edilmiştir. G4 numaralı hat 75.2 kg/hl ile en az hektolitre ağırlığı değeri göstermiştir. (Çizelge 5).

Farklı iklim ve yetiştirme şartlarında genotiplerin hektolitre ağırlıkları bakımından reaksiyonları farklı olmuştur. Denemede her iki yılda G5 numaralı hattan hektolitre ağırlığı en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir.

Hektolitre ağırlığına ait elde edilen değerler; Ergün ve Geçit (2005), Sirat ve Sezer (2005), Özdemir ve Yüksel (2007), Çağlar ve ark. (2009), Kara ve ark. (2016) ve Aktaş (2017)'in bulgularıyla benzerlik taşımaktadır.

Protein oranı ortalama değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 4'de görüldüğü gibi, her iki yıl istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamıştır.

Protein oranı ortalamaları incelendiğinde, birinci yıl yürütülen denemede, genotiplerin protein oranı ortalama %16.3 olarak bulunmuştur. En yüksek

protein oranı, %17.4 ile G6 numaralı hatta olurken, en düşük protein oranı, G3 numaralı hatta %15.1 olarak belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında, protein oranı ortalamaları birinci yıldan daha düşük değerler göstermiştir. İkinci yılda G9 numaralı hattan en yüksek protein oranı %11.8 ile elde edilmiştir. G4 hattı ise %9.4 ile en düşük protein oranı gösteren hat olmuştur (Çizelge 5).

Arpa'da protein içeriği çevre koşullarından çok fazla etkilenmektedir ve seleksiyonda mutlaka göz önünde bulundurulması gerekir (Özdemir ve Yüksel, 2007). Tahıllarda protein oranı genotip ve çevre şartlarına göre değişmektedir. Protein oranına topraktaki alınabilir azot miktarı ve iklim önemli etki yapmaktadır. Toprakta bulunan alınabilir azot miktarı arttıkça tanede bulunan protein miktarı da artar (Elgün ve ark., 2001).

2.5 mm elek üstü ortalamaları ve bu ortalamaların varyans analiz değerleri Çizelge 4'de gösterilmiştir. İncelenen arpa genotiplerinin kuru koşullardaki 2.5 mm elek üstü değerlerine ait ortalamalar ve farklılık gruplandırmaları da Çizelge 5'de gösterilmiştir. 2.5 mm elek üstü ortalamaları incelendiğinde, birinci yıl yürütülen denemede, genotiplerin 2.5 mm elek üstü değeri ortalama %34.1 olarak belirlenmiştir. En yüksek 2.5 mm elek üstü, %49.3 ile G3 numaralı hatta olurken, en düşük 2.5 mm elek üstü değeri, G1 numaralı hatta (%22.0) belirlenmiştir. Genotipler 2.5 mm elek üstü değeri yönünden istatistiksel olarak 4 değişik grupta yer almıştır.

Çalışmanın ikinci yılında; G7 numaralı hat %69.2 ile en yüksek 2.5 mm elek üstü değerine sahip iken, G1 numaralı hat %30.0 ile en düşük 2.5 mm elek üstü değeri göstermiştir. Diğer genotiplerin 2.5 mm elek üstü değeri ortalamaları kuru koşullarda bu değerler arasında 3 farklı grupta yer almıştır. Denemenin her iki yılında G1 numaralı hat ise en düşük değere sahip olmuştur.

Arpada yapılan elek analizleri ile tanenin dolgunluk ve zayıflık durumu ile tanenin homojenliği hakkında da fikir sahibi olunabilir. Yaptığı bir çalışmada Kıran (1999), bin tane ağırlığı ile verim, yatma, elek üstü, başak boyu arasında önemli bir ilişki olduğunu ifade etmiştir. 2.5 mm elek üstü değerine ilişkin elde ettiğimiz bulgular; Kıran (1999), Özdemir ve Yüksel (2007), Kendal ve ark. (2010)'nın bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

## SONUÇ

Araştırmada, 9 kavuzsuz arpa hattı ile 1 çeşidin Eskişehir kuru koşullarda verim ve kalite performansları 2 yıl süreyle incelenmiştir. G8 numaralı hattan yüksek sap uzunluğu, başakta tane verimi, bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı değerleri elde edilmiştir. Bu hattın devam eden ıslah çalışmaları sonucunda, 2014 yılında Yalın ismi ile tescili

gerçekleştirilmiştir. İncelenen diğer hatlar arasında verim potansiyeli bakımından G1 numaralı hat ile kalite özellikleri bakımından G5, G8 ve G9 numaralı hatlar ön plana çıkmıştır. İki yıllık sonuçlara göre, G1 numaralı hattın verim bakımından mevcut çeşitten daha üstün özellik göstermesi nedeniyle çeşit adayı olabileceği düşünülmektedir. Farklı bölgelerde yapılacak çalışmalarla bu hatların performansları incelendikten sonra tescil için değerlendirilmesi gerektiği söylenebilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/TBAD/13/A12/P05/005 projesi kapsamında desteklenmiştir.

Araştırma Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında yürütülen "Bazı Kavuzsuz Arpaların (*Hordeum vulgare* L. var. nudum Hook. f.) Gelişme Dönemleri İle Verim ve Verim Ögelerinin Belirlenmesi" isimli doktora tez çalışmasından türetilmiştir.

## 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

- Aktaş H 2017. Türkiye'de Yoğun Ekim Alanına Sahip Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Destek Sulamalı ve Yağışa Dayalı Koşullarda Değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(03): 86-97.
- Alp A, Taşer E, Turgay İ 2009. Güneydoğu Anadolu Bölgesi (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Tane ve Yem Verimi İle Bazı Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim, s. 471, Hatay.
- Anonim 2014. Aylık Hava Raporu Verileri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Eskişehir Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğü Kayıtları.
- Anonymus 1994. Cereal Programme, ICARDA Annual Report 172 pp, Aleppo/Syria.
- Çağlar Ö, Bulut S, Öztürk A, Molla N 2009. Ekim Sıklıklarının Tokak 157/37 ve Tarm 92 Arpa Çeşitlerinde Bitki Gelişmesi ve Verim Üzerine Etkileri. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim, Hatay, s. 520-524.
- Elgün A, Türker S, Bilgiçli N 2001. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Konya Ticaret Borsası Yayın No:2, Konya.
- Ergün N, Geçit HH 2005. İleri Kademe Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Hatlarında Verim ve Verime Etkili Bazı



- Karakterlerin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), 77 s.
- Geçit HH 1982. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L. Em Thell) Çeşitlerinde Ekim Sıklıklarına Göre Birim Alan Değerleri İle Ana Sap ve Çeşitli Kademedeki Kardeşlerin Tane Verimi ve Verim Komponentleri Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Doçentlik Tezi (basılmamış), 91 s.
- Kara R, Dalkılıç A.Y, Gezginç H, Yılmaz MF 2016. Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları Yönünden Değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 3(2):172-183.
- Karaduman Y 2006. Kavuzsuz Arpa Potansiyeli. Unlu Mamuller Tek. Dergisi, 74: 21-26.
- Kaydan D, Yağmur M 2007. Van Ekolojik Koşullarında Bazı İki Sıralı Arpa Çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L. conv. *distichon*) Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Bir Araştırma. Tarım Bilimleri Dergisi, 13(3): 269-278.
- Kendal E, Kılıç H, Tekdal S, Altıkıyat A 2010. Bazı Arpa Genotiplerinin Diyarbakır ve Adıyaman Kuru Koşullarında Verim ve Verim Unsurlarının İncelenmesi. Harran Üniversitesi Z.F. Dergisi, 14(2): 49-58.
- Kılıç H, Akar T, Kendal E and Sayım, I 2010. Evaluation Of Grain Yield and Quality of Barley Varieties Under Rainfed Conditions. African Journal of Biotechnology, 9(46): 7825-7830.
- Kılınc M, Kırtok Y, Yağbasanlar T 1992. Çukurova Koşullarına Uygun Arpa Genotiplerinin Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar. II. Arpa-Malt Semineri, 25-27 Mayıs, Konya.
- Kıran AK 1999. Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Genetik Kaynakları Materyalinin Karakterizasyonu. Anadolu J. of AARI, 9 (2): 72-90.
- Kırtok Y, Çölkesen M 1985. Çukurova Koşullarında Denemeye Alınan Arpa Çeşitlerinde Önemli Bazı Verim Unsurları Üzerinde Path Katsayısı Analizi. Doğa Bilim Dergisi, 9 (1).
- Kızılgöçü F, Yıldırım M, Akıncı C, Albayrak Ö 2016. Bazı Arpa Genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin Koşullarında Verim ve Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(3): 161-169.
- Kün E 1996. Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1451, Ankara, 431s.
- Ottekin A, Akar T, Tosun H, Ozan AN, Demir Z 1996. Kavuzsuz Arpanın Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. IV. Ulusal Nükleer Tarım ve Hayvancılık Kongresi, 25-27 Eylül, Bursa.
- Özdemir E, Yüksel S 2007. Ülkemizde Kışlık Olarak Üretimi Yapılan Arpa Çeşitlerinin Verim ve Fiziksel Kalite İstikrarı İle Kuru Alanlara Adaptasyonu. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran, Erzurum.
- Sirat A, Sezer İ 2005. Samsun Ekolojik Koşullarına Uygun Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Genotiplerinin Belirlenmesi. O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 20 (3): 72-81.
- Sönmez F, Ülker M, Yılmaz N, Ege H, Bürün B, Apak R 1999. Tır Buğdayında Tane Verimi İle Bazı Verim Ögeleri Arasındaki İlişkiler. Tr. J. Of Agriculture and Forestry, (23): 45-52.
- Tüik 2019. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim Adresi <http://tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi 02.12.2019).
- Yalçın E, Çelik S, Akar T, Sayım İ, Köksel H 2006. Kavuzsuz Arpanın Önemi,  $\beta$ -glukan ve Besinsel Lif İçeriği. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi, 7-8 Eylül, Gaziantep.
- Yüksel S, İkincikarakaya Ünver S, Akçura M, Bolat N, Çakmak M, Belen S, Karaduman Y, Şentürk Ş 2011. Bazı Kavuzsuz Arpa (*Hordeum vulgare* L. var. *nudum*) Hatlarının Kuru Şartlarda Yazlık ve Kışlık Olarak Adaptasyonlarının Belirlenmesi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül, Bursa.

## Yağışa Dayalı Koşullarda Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin (*Triticum aestivum* L.) Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Seydi AYDOĞAN<sup>1\*</sup>, Mehmet ŞAHİN<sup>2</sup>, Aysun GÖÇMEN AKÇACIK<sup>3</sup>, Berat DEMİR<sup>4</sup>, Telat YILDIRIM<sup>5</sup>, Sümeyra HAMZAOĞLU<sup>6</sup>

Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0472-1211>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2446-5227>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-8209-0796>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-6102-2527>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-4896-6288>, <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0002-0572-3801>

✉: seydiaydogan@yahoo.com

### ÖZET

Bu çalışma 16 ekmeklik buğday çeşidi ile 2009-2010 ve 2010-2011 yıllarında yağışa dayalı koşullarda verim ve bazı kalite özelliklerini belirlemek amacıyla tesadüf blokları deneme desenine göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ekmeklik buğday çeşitlerinin verim, bin tane ağırlığı, protein oranı, tane sertliği, Zeleny sedimentasyon, miksograf parametreleri (gelişme süresi, pik yüksekliği, yumuşama derecesi, toplam alan) ve alveograf enerji değeri incelenmiştir. İki yıllık ortalama sonuçlara göre incelenen özelliklerin minimum ve maksimum değerleri; verim 299.38-519.73 kg da<sup>-1</sup>, bin tane ağırlığı 29.70-37.30 g, protein oranı %13.21-15.99, tane sertliği 41.29-72.10, Zeleny sedimentasyon 29.00-52.75 ml, alveograf enerji değeri 114.27-277.49 10<sup>-4</sup> J, miksograf gelişme süresi 1.65-4.82 dk., pik yüksekliği %46.38-61.89, yumuşama derecesi 10.01-34.19 %/dk. ve toplam alan 284-356 Nm olarak belirlenmiştir. Yağışa dayalı koşullarda yetiştirilen çeşitler arasındaki farklar istatistiki olarak değerlendirilmiştir. İncelenen kalite özellikleri bakımından 2010-2011 döneminin 2009-2010 döneminden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. En yüksek alveograf enerji değeri Tosunbey ve Karahan-99 çeşidinden elde edilmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 18.12.2019

Kabul Tarihi : 24.02.2020

### Anahtar Kelimeler

Ekmeklik buğday

Verim

Protein oranı

Enerji

Miksograf

## Assesment of Yield and Quality Traits of Some Bread Wheat Varieties (*Triticum aestivum* L.) under Rainfed Conditions

### ABSTRACT

This study was conducted with 16 bread wheat varieties to determine yield and some quality traits under rainfed conditions in 2009-2010 and 2010-2011 as a randomized complete block design with two replications. Yield, thousand kernel weight, protein content, grain hardness, Zeleny sedimentation, mixograph parameters (development time, peak height, softening degree, total area) and alveograph energy value of bread wheat varieties were examined. According to the two-year average results, the minimum and maximum values of the examined traits; yield 299.38-519.73 kg da<sup>-1</sup>, thousand kernel weight 29.70-37.30 g, protein content 13.21-15.99%, grain hardness 41.29-72.10, Zeleny sedimentation 29.00-52.75 ml, alveograph energy value 114.27-277.49 10<sup>-4</sup> J, mixograph development time 1.65-4.82 min., peak height 46.38-61.89%, softening degree 10.01-34.19%/min. and total area 284-356% torq x min were determined as. Differences between varieties grown in rainfed conditions were evaluated statistically. The 2010-2011 growing season was determined to be better than 2009-2010 in terms of the quality traits examined. The highest alveograph energy value was obtained from Tosunbey and Karahan-99 cultivars.

### Research Article

### Article History

Received : 18.12.2019

Accepted : 24.02.2020

### Keywords

Bread wheat

Yield

Protein content

Energy

Mixograph

## GİRİŞ

Buğday önemli bir kültür bitkisi olup, insanların temel gıda kaynağı olması sebebiyle tarla tarımı içerisinde ekim alanı ve üretim miktarı bakımından önemli bir yere sahiptir. Artan dünya nüfusu ve gıda sektöründeki yeni gelişmeler temel gıda maddelerinin başında yer alan buğdaya talebin artışında etkili olmaktadır. Buğdaya olan ihtiyacı karşılamak için ıslah çalışmaları ile amaca uygun, verim ve kalite özellikleri yüksek çeşitler geliştirilmektedir. Yeni tescil ettirilen ekmeklik buğday çeşitleri ülkemizin farklı ekolojik koşullarında denemelere alınmaktadır. Burnett ve Clarke, (2002), buğdayda kalitenin önemine dikkat çekmiş, önemli bir kalite özelliği olan tane protein oranının en az % 12 olmasının gerekliliğini, tane iriliği bakımından homojenliğin ve bin tane ağırlığının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Buğday kalitesini belirleyen fiziksel, kimyasal ve teknolojik özellikler genetik ve çevre şartlarından etkilenmektedir. Protein kalitesinin belirlenmesinde en önemli kriter hamurun reolojik özelliğidir. Hamur özellikleri ve unun ekmekçilik değerini ortaya koymak için alveograf, farinograf, ekstensograf, miksograf gibi cihazlarla belirlenen reolojik özellikler ve ekmek denemelerinden yararlanılmaktadır (Aydoğan ve ark., 2013). Hamurun reolojik özellikleri hamurun işlenmesi ve elde edilen son ürün kalitesini etkilemesi bakımından önemlidir (Indrani ve Rao, 2007). Alveograf analizinde belirli şartlar altında un, tuz ve su ile hazırlanan hamur belli ağırlıkta kesilerek, belli şekiller verilip parçalar bir süre bekletilip içerisine hava verilerek şişirilmekte ve böylece hamurun uzamaya (şişmeye) karşı göstermiş olduğu direnç ölçülmektedir. Hamurun uzamaya karşı göstermiş olduğu direncin bir kurve halinde kaydedilmesinden sonra elde edilen kurvenin şekli, büyüklüğü, şişen hamurun patlama anındaki hacmi unun ekmeklik değeri hakkında fikir vermektedir (Özkaya ve Kahveci, 1990). Miksograf un ve suyun sabit pimlerle karıştırılması şeklinde çalışmakta, hamurun yoğrulmaya karşı direncini ölçerek buğday ve un kalitesini tahmin de kullanılmaktadır (Otteson ve ark., 2008). Çok sayıda hamur reolojik özelliğinin genellikle protein içeriği ile karşılaştırıldığında çevre genotip etkileşimlerinden daha az etkilendiği belirtilmektedir (Williams ve ark., 2008; Hernández-Espinosa ve ark., 2018). Bu çalışma yağışa dayalı koşullarda 2 yıl süreyle Konya merkez lokasyonunda 16 ekmeklik buğday çeşidi ile verim, fiziksel ve reolojik (alveograf ve miksograf) özelliklerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL ve METOT

Bu araştırma 2009-2010 ve 2010-2011 yetiştirme döneminde 16 ekmeklik buğday çeşidi (Altay-2000, Bağcı-2002, Bayraktar-2000, Bezostaya-1, Dağdaş-94,

Demir-2000, Gerek-79, Gün-91, Harmankaya-99, İkizce-96, Karahan-99, Kırac-66, Müfitbey, Seval, Sönmez-2001, Tosunbey) ile yağışa dayalı yetiştirme koşullarında tesadüf blokları deneme desenine göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Metre kareye (550 adet/m<sup>2</sup>) tohum olacak şekilde ekim yapılmış, ekimle birlikte 3.5 kg N da<sup>-1</sup> ve 6.9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> ve üst gübre olarak da 4 kg N da<sup>-1</sup> (toplamda 7.5 kg N da<sup>-1</sup>) verilmiştir. 2009-2010 yetiştirme döneminde toplam 395 mm ve 2010-2011'de ise 425 mm yağış alınmıştır. Çalışmada çeşitlerin verimi, bin tane ağırlığı, protein oranı, Zeleny sedimentasyon, tane sertliği, alveograf enerji değeri, miksograf (gelişme süresi, pik yüksekliği, yumuşama derecesi ve toplam alan) değerleri incelenmiştir. Verim (Yürür ve ark.1981), bin tane ağırlığı (AACC 55-10) metoduna göre (Anonymous, 2000), protein oranı AOAC 992.23 Leco FP 528 cihazı ile belirlenmiş (Anonymous, 2009), tane sertliği PSI ( Particle Size Index) Near infra-red reflektans spektroskopisi (NIR) cihazı ile AACC 39-10 metoduna göre (Anonymous, 2000), Zeleny sedimentasyon AACC 56-61A (Anonymous, 2000)'e göre analiz edilmiştir. Buğday örnekleri, AACC metot 26-95'e göre (% 14.5 rutubet olacak şekilde) tavlansak, AACC metot 26-50'ye göre Brabender Quadrumat Junior değirmende öğütülmüştür (Anonymous, 2000). Alveograf analizi AACC 54-30'a göre (Anonymous, 1990), miksograf analizi AACC 54-40'a (Anonymous, 1990) göre yapılmıştır. Denemelerden elde edilen veriler JMP 11 istatistik programında tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş elde edilen ortalama değerler arasındaki farklılıklar, student çoklu karşılaştırma testi kullanılarak %5 önem seviyesinde karşılaştırılmıştır (Anonymous, 2014).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Konya-merkez lokasyonunda 2009-2010 ve 2010-2011 yetiştirme döneminde 16 ekmeklik buğday çeşidi ile yağışa dayalı yetiştirme koşullarında yürütülen bu çalışmada elde edilen tane verimi ve kalite özelliklerine ait varyans analizleri Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Konya-merkez lokasyonunda kuru koşullarda 16 adet ekmeklik buğday çeşidinin ortalama verim değerleri Çizelge 3'de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 1'de verilmiş olup, tane verimi bakımından çeşitler arasındaki fark ve çeşit x yıllar arasındaki fark (p<0.05) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada 2009-2010 yetiştirme döneminde çeşitlerin tane verimi 331.85 ile 558.69 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiş, deneme ortalaması 430.75 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş, en yüksek tane verimi Sönmez-2001, en düşük değer ise Altay-2000 çeşidinde belirlenmiştir. 2010-2011 yetiştirme döneminde çeşit-

Çizelge 1. Ekmeklik buğday çeşitlerinin 2009-2010 ve 2010-2011 yılı verim ve kalite özelliklerine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Table 1. The results of combined variance analysis of yield and quality traits of bread wheat varieties of 2009-2010 and 2010-2011

| Kaynak    | SD | Tane Verimi | Bin Tane Ağr. | Protein Oranı | Sertlik(PSI) | Zeleny Sed. |
|-----------|----|-------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| Çeşit     | 15 | 226441.45*  | 310.82314*    | 28.779644**   | 7209.2744**  | 3515.2344** |
| Yıl       | 1  | 18863.97*   | 331.51306**   | 9.000000**    | 95.6616*     | 23.7656     |
| Tekerrür  | 1  | 3328.40     | 0.51481       | 1.271256      | 56.1071      | 0.7656      |
| Çeşit*Yıl | 15 | 82317.80*   | 208.28064**   | 17.274450*    | 1014.703*    | 523.4844*   |
| Hata      | 31 | 264287.48   | 142.59099     | 12.420044     | 495.2270     | 299.7344    |

\* (p<0.05), \*\* (p<0.01)

Çizelge 2. Ekmeklik buğday çeşitlerinin 2009-2010 ve 2010-2011 yılları kalite özelliklerine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Table 2. The results of combined variance analysis of the quality traits of bread wheat varieties of 2009-2010 and 2010-2011

| Kaynak    | SD | Alveograf Enerji | MGS         | MPY         | MYUMD       | MTA         |
|-----------|----|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Çeşit     | 15 | 133589.54*       | 50.059450** | 1318.4702** | 5036.6749** | 25504.756*  |
| Yıl       | 1  | 74588.39**       | 1.316756*   | 371.7329**  | 1124.4034** | 85249.255** |
| Tekerrür  | 1  | 5807.39          | 0.081225    | 48.7466     | 12.2544     | 2190.942    |
| Çeşit*Yıl | 15 | 47934.34         | 2.919794    | 225.1176    | 716.2089*   | 6884.487    |
| Hata      | 31 | 71849.08         | 4.813975    | 450.2652    | 370.7085    | 12658.95    |

\* (p<0.05), \*\* (p<0.01)

MGS: Miksograf gelişme süresi(dk.), MPY: Miksograf pik yüksekliği(%), MYUMD: Miksograf yumuşama derecesi(%), MTA: Miksograf toplam alan (Nm)

lerin tane verimi 266.92 ile 513.08 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiş, deneme ortalaması 396.42 kg da<sup>-1</sup> olmuş, en yüksek tane verimi Seval, en düşük değer ise Altay-2000 çeşidinden elde edilmiştir. İki yıl ortalamalarına göre değerlendirdiğimizde 2009-2010 yılı tane veriminin 2010-2011 yılına göre 34.33 kg da<sup>-1</sup> daha yüksek olduğu tespit edilmiş, Seval, Sönmez-2001, Tosunbey, Bağcı-2002 ve Gün-91 çeşitlerinde en yüksek değerlere ulaşılmıştır (Çizelge 3). Tane veriminin çeşitlerin etkisinin yanında yıllar ve iklim faktörlerinden etkilendiği tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada Şahin ve ark. (2016), verim ve kalite özelliklerinin yıllar arasındaki ve genotipler arasındaki farklılıkların önemli olduğunu belirlemişlerdir. Bin tane ağırlığına ait değerler Çizelge 3'de ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları da Çizelge 1'de verilmiş olup, bin tane ağırlığı bakımından çeşitler arasındaki fark (p<0.05) ve çeşit x yıllar arasındaki fark ise (p<0.01) istatistiki olarak pozitif önemli bulunmuştur. 2009-2010 yetiştirme döneminde çeşitlerin bin tane ağırlığı 27.48 g ile 37.00 g arasında değişmiş, deneme ortalaması 31.58 g olarak tespit edilmiştir. Denemede yer alan Demir-2000 çeşidinden en yüksek değer, İkizce-96 çeşidinden ise en düşük değer elde edilmiştir. 2010-2011 yetiştirme döneminde çeşitlerin bin tane ağırlığı 30.20 g ile 43.00 g arasında değişmiş, deneme ortalaması 36.13 g olmuş, en yüksek değer Harmankaya-99, en düşük değer ise Seval çeşidinde elde edilmiştir. İki yıl ortalamalarına göre değerlendirdiğimizde 2010-2011 yılı bin tane ağırlığının 2009-2010 yılına göre 4.55 g daha yüksek

olduğu belirlenmiştir. Demir-2000, Harmankaya-99, Bezostaya-1, Sönmez-2001 ve Gün-91 çeşitlerinde yüksek değerler elde edilmiştir (Çizelge 3). Bin tane ağırlıklarının yıllara ve çeşitlere göre farklılık gösterdiği, 2010-2011 yetiştirme döneminde yağışın yüksek olmasından dolayı bin tane ağırlıklarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aydoğan ve Soylu (2016), kuru koşullarda 14 ekmeklik buğday çeşidinde yaptıkları benzer bir çalışmada çeşitlerin bin tane ağırlığının 30.90 g ile 46.46 g arasında değiştiğini ve deneme ortalamasının 38.32 g olduğunu tespit etmişlerdir.

Denemede yer alan 16 adet ekmeklik buğday çeşidinin protein oranı ortalama değerleri Çizelge 4'de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiş olup, protein oranı yönünden çeşitler arasındaki fark (p<0.01), çeşit x yıllar arasındaki fark ise (p<0.05) istatistiki olarak önemli olmuştur. Buğdayların hangi amaç için kullanılabileceğinin tespitinde en önemli parametrelerin başında protein oranı ve kalitesi gelmektedir. Tane kalitesi, tahıl bileşiminin bir fonksiyonudur (Triboi ve ark., 2000). Kalite, tane doldurma sırasındaki çevresel koşulların bir sonucu olarak önemli ölçüde değişiklik gösterir (Dupont ve Altenbach, 2003). 2009-2010 yılında çeşitlerin protein oranı % 12.62 ile % 15.23 arasında değişmiş, deneme ortalaması %14.28 olarak belirlenmiştir. Bayraktar-2000 çeşidinde en düşük protein oranı elde edilirken, İkizce-96 çeşidinde ise en yüksek protein oranı elde edilmiştir. 2010-2011 yetiştirme döneminde çeşitlerin protein oranı % 13.66 ile % 16.92 arasında değişmiş, deneme ortalaması %

Çizelge 3. Ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve bin tane ağırlığına ait değerler  
Table 3. Yield and thousand kernel weight values of bread wheat varieties

| Çeşitler              | Verim (kg da <sup>-1</sup> ) |           |          | Bin Tane Ağırlığı (g) |           |          |
|-----------------------|------------------------------|-----------|----------|-----------------------|-----------|----------|
|                       | 2009-2010                    | 2010-2011 | Ortalama | 2009-2010             | 2010-2011 | Ortalama |
| Altay-2000            | 331.85                       | 266.92    | 299.38   | 31.96                 | 34.80     | 33.38    |
| Bağcı-2002            | 494.77                       | 421.08    | 457.92   | 27.60                 | 36.60     | 32.10    |
| Bayraktar-2000        | 357.23                       | 385.00    | 371.12   | 31.32                 | 37.30     | 34.31    |
| Bezostaya-1           | 394.69                       | 416.46    | 405.58   | 35.40                 | 37.20     | 36.30    |
| Dağdaş-94             | 365.15                       | 464.31    | 414.73   | 32.80                 | 35.10     | 33.95    |
| Demir-2000            | 436.54                       | 387.00    | 411.77   | 37.00                 | 37.60     | 37.30    |
| Gerek-79              | 374.31                       | 317.23    | 345.77   | 29.88                 | 33.80     | 31.84    |
| Gün-91                | 468.85                       | 435.92    | 452.38   | 34.04                 | 37.95     | 36.00    |
| Harmankaya-99         | 494.23                       | 318.46    | 406.35   | 31.52                 | 43.00     | 37.26    |
| İkizce-96             | 336.23                       | 396.15    | 366.19   | 27.48                 | 39.80     | 33.64    |
| Karahan-99            | 434.92                       | 479.54    | 457.23   | 29.64                 | 35.50     | 32.57    |
| Kıraç-66              | 337.23                       | 311.85    | 324.54   | 28.80                 | 30.60     | 29.70    |
| Müfitbey              | 448.08                       | 394.85    | 421.46   | 32.96                 | 35.20     | 34.08    |
| Seval                 | 526.38                       | 513.08    | 519.73   | 31.16                 | 30.20     | 30.68    |
| Sönmez-2001           | 558.69                       | 447.15    | 502.92   | 33.36                 | 38.90     | 36.13    |
| Tosunbey              | 532.92                       | 387.69    | 460.31   | 30.40                 | 34.60     | 32.50    |
| Ortalama              | 430.75                       | 396.42    | 413.59   | 31.58                 | 36.13     | 33.86    |
| AÖF <sub>(0.05)</sub> | 158.51                       | 225.65    | 131.95   | 2.76                  | 5.58      | 2.20     |
| DK(%)                 | 5.20                         | 6.51      | 6.30     | 4.19                  | 5.71      | 6.15     |

14.90 olarak tespit edilmiş, en yüksek değer Dağdaş-94 ve en düşük değer Gerek-79 çeşidinde belirlenmiştir. Aydoğan ve Soylu (2016), kuru koşullarda 14 ekmeklik buğday çeşidinde yaptıkları bir çalışmada çeşitlerin protein oranlarının %11.93-%13.44 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. İki yıl ortalamalarına göre değerlendirdiğimizde 2010-2011 yılı protein oranı 2009-2010 yılına göre 0.62 daha yüksek olmuş, Dağdaş-94, Altay-2000, Kıraç-66 ve Müfitbey çeşitlerinde yüksek protein oranı elde edilmiştir (Çizelge 4). Protein oranı, tane ve unun ekmekçilik değerinin belirlenmesinde kriter olarak kullanılmakta, ekmeğin pişme kalitesi ve ekmek hacminin en önemli belirleyicisi olarak kabul edilmektedir (Mader ve ark., 2007). Birim alandan yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilebilmesi için verim ve kalite potansiyeli yüksek çeşitlerin uygun bölgelerde yetiştirilmesi sağlanmalıdır. Buğdayın sertlik özelliğinin genetik yapı ve endospermdeki nişasta ve protein bağlarının kuvvetine bağlı olduğu düşünülmektedir. Sertlik özelliği öğütme aşamasında ve unun kullanım amacının belirlenmesi açısından önemlidir. Sert ve yumuşak buğdaylar aynı şartlarda öğütüldüklerinde bile sert buğdayların unları daha granüllü bir yapı göstermektedir. Sert unlar ekmek ve makarna yapımı için tercih edilirken, yumuşak unlar bisküvi ve kek yapımı için tercih edilmektedir (Özkaya ve Özkaya, 2005). Tane sertliğinin belirlenmesinde en çok kullanılan iki yöntem PSI ve SKCS testleridir. Denemede yer alan ekmeklik buğday çeşitlerinin ortalama sertlik değerleri (PSI) Çizelge 4 ve bu değerlere ait varyans analizi sonuçları da Çizelge 1'de verilmiş olup, tane sertliği bakımından çeşitler

arasındaki fark ( $p<0.01$ ) ve çeşit x yıllar arasındaki fark ( $p<0.05$ ) istatistiki olarak önemli olmuştur. Tane sertliği PSI'a göre incelenmiş olup değerler yükselerek 100'e yaklaştıkça tane yumuşaklığının arttığını ifade etmektedir. 2009-2010 yetiştirme döneminde çeşitlerin tane sertliği 40.08-75.50 PSI arasında olmuş, ortalama değer 52.94 PSI olup, Bayraktar-2000 yumuşak grupta, Dağdaş-94 sert grupta yer almıştır. 2010-2011 yetiştirme döneminde çeşitlerin tane sertliği 42.50-70.30 PSI arasında olmuş, ortalama değer 55.42 PSI olup, Gerek-79 yumuşak grupta, Dağdaş-94 sert grupta yer almıştır. İki yıl ortalamalarına göre 2010-2011 tane sertliği değeri 2009-2010 yılına göre 2.48 daha yüksek olduğu, Dağdaş-94, Müfitbey, Harmankaya-99, İkizce-96 ve Tosunbey çeşitleri orta sert grupta yer almışlardır (Çizelge 4). Aydoğan ve Soylu (2016), kuru koşullarda 14 ekmeklik buğday çeşidi ile yaptıkları bir çalışmada çeşitlerin sertlik değerinin 41.29-64.82 PSI arasında değer aldığını, deneme ortalamasının 50.89 PSI olduğunu belirtmişlerdir.

Ekmeklik buğday çeşitlerinin ortalama Zeleny sedimantasyon değerleri Çizelge 5'de, varyans analizi sonuçları Çizelge 1'de verilmiş olup, çeşitler arasındaki fark ( $p<0.01$ ) ve çeşit x yıllar arasındaki farkın ( $p<0.05$ ) istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Atlı ve Koçak (2004), Zeleny sedimantasyon değerine kalıtımın etkisinin daha çok olduğunu, farklılıkların genotipe bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Zeleny sedimantasyon değeri gluten miktarı ve kalitesi hakkında bilgi veren bir kriterdir. Gluten miktarı yüksek ve kalitesi iyi olan unlar yüksek Zeleny sedimantasyon değerine sahip olmaktadır. Ekmek

Çizelge 4. Ekmeklik buğday çeşitlerinin protein oranı ve tane sertliği değerleri  
Table 4. Protein content and grain hardness values of bread wheat varieties

| Çeşitler              | Protein Oranı (%) |           |          | Tane Sertliği (PSI) |           |          |
|-----------------------|-------------------|-----------|----------|---------------------|-----------|----------|
|                       | 2009-2010         | 2010-2011 | Ortalama | 2009-2010           | 2010-2011 | Ortalama |
| Altay-2000            | 14.34             | 16.38     | 15.36    | 70.91               | 63.92     | 67.41    |
| Bağcı-2002            | 13.85             | 14.61     | 14.23    | 55.87               | 57.50     | 56.69    |
| Bayraktar-2000        | 12.62             | 13.80     | 13.21    | 75.50               | 68.69     | 72.10    |
| Bezostaya-1           | 14.04             | 14.65     | 14.35    | 45.02               | 57.35     | 51.18    |
| Dağdaş-94             | 15.06             | 16.92     | 15.99    | 40.08               | 42.50     | 41.29    |
| Demir-2000            | 13.54             | 16.01     | 14.77    | 47.38               | 57.98     | 52.68    |
| Gerek-79              | 14.42             | 13.66     | 14.04    | 70.25               | 70.30     | 70.27    |
| Gün-91                | 14.73             | 13.94     | 14.33    | 40.79               | 50.65     | 45.72    |
| Harmankaya-99         | 14.24             | 14.10     | 14.17    | 40.53               | 50.76     | 44.65    |
| İkizce-96             | 15.23             | 14.17     | 14.70    | 46.00               | 43.00     | 44.50    |
| Karahan-99            | 14.97             | 14.36     | 14.66    | 72.30               | 60.00     | 66.15    |
| Kıraç-66              | 14.85             | 16.61     | 15.73    | 71.93               | 64.53     | 68.23    |
| Müfitbey              | 15.11             | 15.17     | 15.14    | 42.23               | 45.34     | 43.78    |
| Seval                 | 13.52             | 14.63     | 14.07    | 44.75               | 55.13     | 49.94    |
| Sönmez-2001           | 14.09             | 14.10     | 14.09    | 41.86               | 55.62     | 48.74    |
| Tosunbey              | 13.92             | 15.40     | 14.66    | 43.67               | 43.55     | 43.61    |
| Ortalama              | 14.28             | 14.90     | 14.66    | 52.94               | 55.42     | 54.18    |
| AÖF <sub>(0.05)</sub> | 1.55              | 1.04      | 0.80     | 10.54               | 6.36      | 5.90     |
| DK <sub>(%)</sub>     | 5.11              | 3.26      | 4.72     | 6.51                | 5.43      | 4.62     |

yapımı için Zeleny sedimantasyon değeri yüksek olan unlar tercih edilir. Testin prensibi belirli miktarda unun zayıf asit çözeltisinde önce çalkalanıp sonra belirli bir süre bekletilip un parçacıklarının hacminin gluten kalitesine bağlı olarak artması ve belirli bir süre sonunda parçacıkların çöken miktarının ölçülmesi esasına dayanır (Bulut 2012). Araştırmada 2009-2010 yetiştirme döneminde Zeleny sedimantasyon değeri 27.00 -51.50 ml arasında olmuş, ortalama değer 39.38 ml olarak belirlenmiş, en yüksek değere Gün-91, en düşük değere ise Seval çeşidi sahip olmuştur. 2010-2011 yetiştirme döneminde çeşitlerin Zeleny sedimantasyon değerleri 30.50 ile 56.50 ml arasında değişmiş, ortalama değer 40.59 ml olarak tespit edilmiş, en yüksek değer Karahan-99, en düşük değer ise Dağdaş-94 çeşidinde elde edilmiştir. İki yıl ortalamalarına göre 2010-2011 yılı Zeleny sedimantasyon değeri 2009-2010 yılına göre 1.21 ml daha yüksek olmuş, Karahan-99, Gün-91, Altay-2000 ve Bezostaya-1 çeşitlerinde yüksek değerler elde edilmiştir (Çizelge 5). Alveograf enerji değerine ait değerler Çizelge 5, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiş olup, çeşitler arasındaki farkın ( $p<0.05$ ) istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Alveograf enerji değerleri 0-50  $10^{-4}$  J için çok zayıf, 50-100  $10^{-4}$  J için zayıf, 100-200  $10^{-4}$  J için orta, 200-300  $10^{-4}$  J için orta güçlü, 300-400  $10^{-4}$  J için güçlü ve 400  $10^{-4}$  J üzerinde çok güçlü olarak sınıflandırılmıştır (Williams ve ark., 1988). 2009-2010 yetiştirme döneminde çeşitlerin alveograf enerji değeri 98.71 ile 235.44  $10^{-4}$  J arasında değişmiş, deneme ortalaması 164.60  $10^{-4}$  J olmuştur. En yüksek

alveograf enerji değeri Bezostaya-1 ve en düşük değer ise Dağdaş-94'de tespit edilmiştir. 2010-2011 yetiştirme döneminde çeşitlerin alveograf enerji değeri 124.81 ile 329.61  $10^{-4}$  J arasında değişmiş, deneme ortalaması 232.63  $10^{-4}$  J olarak tespit edilmiş, en yüksek değer Tosunbey, en düşük değer ise Bayraktar-2000 çeşidinden elde edilmiştir. İki yıl ortalamalarına göre 2010-2011 yılı alveograf enerji değeri 2009-2010 yılına göre 68.03  $10^{-4}$  J daha yüksek olmuş, Tosunbey ve Bezostaya-1 çeşitlerinde yüksek değerler elde edilmiştir (Çizelge 5). Şahin ve ark. (2019), kuru ve sulu şartlarda yapmış oldukları bir çalışmada alveograf enerji değeri (W)( $10^{-4}$  J) ortalamasını kuruda 185.2  $10^{-4}$  J, suluda 169.9  $10^{-4}$  J olarak belirlemişlerdir. Alveograf enerji değeri çeşit özelliği olsa da yıllar arasındaki iklim farklılıklarından etkilenebilmektedir. Ekmeklik buğday genotipleri ile yapılan benzer çalışmalarda Aydoğan ve ark. (2012), alveograf enerji değerinin 83.42  $10^{-4}$  J ile 315.56  $10^{-4}$  J arasında, Bayram ve Korkut (2018) ise 155.4  $10^{-4}$  J ile 444.7  $10^{-4}$  J arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Alveograf enerji değeri (W) ıslah çalışmalarında buğday kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir parametre olmuştur (Şahin ve ark., 2009; Aydoğan ve ark., 2012).

Ekmeklik buğday çeşitlerinin ortalama miksoğraf gelişme süresi değerleri Çizelge 6, varyans analizi sonuçları da Çizelge 2'de verilmiş olup, miksoğraf gelişme süresi bakımından çeşitler arasındaki farkın ( $p<0.01$ ) istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Miksoğraf gelişme süresinin iki dakikanın üzerinde olması hamur özelliklerinin yüksek ola-

Çizelge 5. Ekmeklik buğday çeşitlerinin Zeleny sedimentasyon ve alveograf enerji değerleri  
Table 5. Zeleny sedimentation and alveograph energy values of bread wheat varieties

| Çeşitler              | Zeleny Sedimentasyon (ml) |           |          | Alveograf Enerji (10 <sup>-4</sup> J) |           |          |
|-----------------------|---------------------------|-----------|----------|---------------------------------------|-----------|----------|
|                       | 2009-2010                 | 2010-2011 | Ortalama | 2009-2010                             | 2010-2011 | Ortalama |
| Altay-2000            | 43.50                     | 53.50     | 48.50    | 173.47                                | 310.88    | 242.17   |
| Bağcı-2002            | 51.00                     | 42.00     | 46.50    | 233.64                                | 140.25    | 186.94   |
| Bayraktar-2000        | 38.00                     | 32.00     | 35.00    | 103.72                                | 124.81    | 114.27   |
| Bezostaya-1           | 47.50                     | 48.00     | 47.75    | 235.44                                | 305.48    | 270.46   |
| Dağdaş-94             | 27.50                     | 30.50     | 29.00    | 98.71                                 | 182.63    | 140.67   |
| Demir-2000            | 39.00                     | 45.50     | 42.25    | 152.32                                | 257.55    | 204.93   |
| Gerek-79              | 37.50                     | 46.50     | 42.00    | 100.68                                | 200.94    | 150.81   |
| Gün-91                | 51.50                     | 50.00     | 50.75    | 174.39                                | 313.43    | 243.91   |
| Harmankaya-99         | 36.50                     | 35.50     | 36.00    | 152.06                                | 195.06    | 173.56   |
| İkizce-96             | 41.50                     | 34.00     | 37.75    | 129.81                                | 189.79    | 159.80   |
| Karahan-99            | 49.00                     | 56.50     | 52.75    | 221.13                                | 230.37    | 225.75   |
| Kıraç-66              | 40.00                     | 43.50     | 41.75    | 123.10                                | 185.74    | 154.42   |
| Müfitbey              | 29.00                     | 31.50     | 30.25    | 187.04                                | 254.40    | 220.72   |
| Seval                 | 27.00                     | 34.00     | 30.50    | 164.81                                | 278.60    | 221.70   |
| Sönmez-2001           | 36.00                     | 34.50     | 35.25    | 157.94                                | 222.52    | 190.23   |
| Tosunbey              | 35.50                     | 32.00     | 33.75    | 225.37                                | 329.61    | 277.49   |
| Ortalama              | 39.38                     | 40.59     | 39.98    | 164.60                                | 232.63    | 198.61   |
| AÖF <sub>(0.05)</sub> | 7.39                      | 5.68      | 5.09     | 81.57                                 | 122.68    | 69.02    |
| DK(%)                 | 5.89                      | 6.67      | 5.97     | 3.64                                  | 4.67      | 4.24     |

çağının göstergesidir. 2009-2010 yetiştirme döneminde çeşitlerin miksoğraf gelişme süresi 1.44-4.96 dk. arasında değişirken deneme ortalaması 2.76 dk. olmuştur. Miksoğraf gelişme süresi yönünden en yüksek değer Tosunbey, en düşük değer Gerek-79 çeşidinde tespit edilmiştir. 2010-2011 yetiştirme döneminde çeşitlerin miksoğraf gelişme süresi 1.85 ile 4.69 dk. arasında değişim göstermiş, ortalama değer 3.05 dk. olmuştur. En yüksek gelişme süresi Tosunbey, en düşük değer ise Gerek-79 ve Kıraç-66 çeşitlerinden elde edilmiştir. İki yıl ortalamalarına göre değerlendirdiğimizde 2010-2011 yılı miksoğraf gelişme süresi 2009-2010 yılına göre 0.29 dk. daha yüksek olmuş, en yüksek gelişme süresi Tosunbey çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 6). Miksoğraf gelişme süresinin yüksek olması unun gluten kuvvetinin yoğurmaya karşı toleransını göstermekte olup, sanayici açısından istenen bir durumdur (Şahin ve ark., 2016). Miksoğraf pik yüksekliğine ait değerler Çizelge 6, varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiş olup, çeşitler arasındaki farkın (p<0.01) önemli olduğu belirlenmiştir. 2009-2010 yetiştirme döneminde çeşitlerin miksoğraf pik yüksekliği ortalaması % 53.35 olmuş, değerler % 44.91 ile 60.67 arasında değişmiştir. Gün-91 en yüksek miksoğraf pik yüksekliğine sahip olurken, en düşük değer Bayraktar-2000'de belirlenmiştir. 2010-2011 yetiştirme döneminde çeşitlerin miksoğraf pik yüksekliği % 47.85 ile 65.34 arasında değişmiş, deneme ortalaması % 58.17 olarak tespit edilmiştir. En yüksek miksoğraf pik yüksekliği Dağdaş-94 çeşidinde, en düşük değer ise Bayraktar-2000 çeşidinde tespit edilmiştir. İki yıl ortalamalarına göre değerlendirdiğimizde 2010-2011 yılı miksoğraf

pik yüksekliği 2009-2010 yılına göre % 4.82 daha yüksek olmuş, en yüksek değer Gün-91 çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 6). Aydoğan ve ark.(2013), ekmeklik buğday çeşitleri ile kuru koşullarda yaptıkları bir çalışmada ortalama miksoğraf gelişme süresinin 1.61 dk. ile 4.66 dk. arasında değiştiğini, ortalama değer 3.07 dk. olduğunu, miksoğraf pik yüksekliğinin % 40.84-83.16 arasında değiştiğini, ortalama değer % 68.57 olduğunu belirlemişlerdir.

Ekmeklik buğday çeşitlerinin ortalama miksoğraf yumuşama derecesi değerleri Çizelge 7, varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiş olup, çeşitler arasındaki farkın (p<0.01) ve çeşit x yıllar arasındaki farkın (p<0.05) istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Yumuşama derecesinin yüksek olması gluten proteinlerinin zayıflığından kaynaklanmaktadır (Aydoğan ve ark., 2013). Araştırmada 2009-2010 yetiştirme döneminde çeşitlerin miksoğraf yumuşama derecesi % 12.68 ile 45.52 arasında değişirken, ortalama değer % 24.31 olmuştur. Miksoğraf yumuşama derecesi yönünden en yüksek değer Gerek-79, en düşük değer Bezostaya-1 çeşidinde belirlenmiştir. 2010-2011 yetiştirme döneminde çeşitlerin miksoğraf yumuşama derecesi % 6.47 ile 31.85 arasında değişmiş, deneme ortalaması % 15.92 olarak tespit edilmiştir. İki yıl ortalamalarına göre değerlendirdiğimizde 2009-2010 yılı miksoğraf yumuşama derecesinin 2010-2011 yılına göre % 8.39 daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Ortalama miksoğraf toplam alan değerine ait değerler Çizelge 7, varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiş olup, miksoğraf toplam alan bakımından çeşitler arasındaki farkın (p<0.05) istatistiki olarak

önemli olduğu belirlenmiştir. 2009-2010 yetiştirme döneminde çeşitlerin miksograf toplam alan değeri 252 ile 322 Nm arasında değişmiş, deneme ortalaması 289 Nm olarak belirlenmiş, miksograf toplam alan değeri en yüksek çeşit Demir-2000, en düşük çeşit Bayraktar-2000 olmuştur. 2010-2011 yetiştirme döneminde çeşitlerin miksograf toplam alan değeri 316 ile 395 Nm arasında değişim göstermiş, ortalama değer 362 Nm

olmuştur. İkizce-96 çeşidi en yüksek değere sahip olurken, en düşük değer Bayraktar-2000 çeşidinde belirlenmiştir. İki yıl ortalamalarına göre değerlendirdiğimizde 2010-2011 yılı miksograf toplam alan değeri 2009-2010 yılına göre 73 Nm daha yüksek olmuş, Gün-91, Demir-2000, İkizce-96 ve Müfitbey çeşitleri deneme ortalamadan daha yüksek değerlere sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 6. Ekmeklik buğday çeşitlerinin miksograf gelişme süresi ve pik yüksekliğine ait değerler

Table 6. *Mixograph development time and peak height values of bread wheat varieties*

| Çeşitler              | Miksograf Gelişme Süresi (dk.) |           |          | Miksograf Pik Yüksekliği (%) |           |          |
|-----------------------|--------------------------------|-----------|----------|------------------------------|-----------|----------|
|                       | 2009-2010                      | 2010-2011 | Ortalama | 2009-2010                    | 2010-2011 | Ortalama |
| Altay-2000            | 3.36                           | 4.27      | 3.81     | 46.99                        | 53.58     | 50.29    |
| Bağcı-2002            | 3.16                           | 3.10      | 3.13     | 52.52                        | 55.72     | 54.12    |
| Bayraktar-2000        | 3.66                           | 3.98      | 3.82     | 44.91                        | 47.85     | 46.38    |
| Bezostaya-1           | 3.97                           | 3.23      | 3.60     | 46.25                        | 60.80     | 53.52    |
| Dağdaş-94             | 1.94                           | 1.88      | 1.91     | 57.04                        | 65.34     | 61.19    |
| Demir-2000            | 1.77                           | 2.16      | 1.96     | 59.67                        | 61.84     | 60.75    |
| Gerek-79              | 1.44                           | 1.85      | 1.65     | 58.48                        | 58.07     | 58.27    |
| Gün-91                | 3.11                           | 3.69      | 3.40     | 60.67                        | 63.10     | 61.89    |
| Harmankaya-99         | 3.11                           | 3.43      | 3.27     | 51.26                        | 52.12     | 51.69    |
| İkizce-96             | 2.12                           | 3.22      | 2.67     | 60.52                        | 61.56     | 61.04    |
| Karahan-99            | 2.92                           | 3.33      | 3.12     | 47.85                        | 51.88     | 49.86    |
| Kıraç-66              | 1.50                           | 1.85      | 1.67     | 55.06                        | 60.25     | 57.65    |
| Müfitbey              | 2.92                           | 2.92      | 2.92     | 56.47                        | 59.55     | 58.01    |
| Seval                 | 2.71                           | 3.16      | 2.93     | 54.23                        | 63.41     | 58.82    |
| Sönmez-2001           | 1.58                           | 2.05      | 1.82     | 53.23                        | 58.37     | 55.80    |
| Tosunbey              | 4.96                           | 4.69      | 4.82     | 48.43                        | 57.26     | 52.85    |
| Ortalama              | 2.76                           | 3.05      | 2.91     | 53.35                        | 58.17     | 55.76    |
| AÖF <sub>(0.05)</sub> | 1.02                           | 0.59      | 0.54     | 9.71                         | 6.41      | 1.40     |
| DK <sub>(%)</sub>     | 4.39                           | 6.33      | 4.33     | 6.60                         | 5.18      | 5.75     |

Çizelge 7. Ekmeklik buğday çeşitlerinin miksograf yumuşama derecesi ve toplam alan değerleri

Table 7. *Mixograph softening degree and total area values of bread wheat varieties*

| Çeşitler              | Miksograf Yumuşama Derecesi (%) |           |          | Miksograf Toplam Alan (Nm) |           |          |
|-----------------------|---------------------------------|-----------|----------|----------------------------|-----------|----------|
|                       | 2009-2010                       | 2010-2011 | Ortalama | 2009-2010                  | 2010-2011 | Ortalama |
| Altay-2000            | 14.90                           | 10.76     | 12.83    | 282                        | 336       | 309      |
| Bağcı-2002            | 16.24                           | 13.07     | 14.65    | 288                        | 342       | 315      |
| Bayraktar-2000        | 13.55                           | 6.47      | 10.01    | 252                        | 316       | 284      |
| Bezostaya-1           | 12.68                           | 12.73     | 12.70    | 266                        | 389       | 327      |
| Dağdaş-94             | 36.54                           | 31.85     | 34.19    | 287                        | 388       | 337      |
| Demir-2000            | 37.72                           | 25.25     | 31.48    | 322                        | 375       | 348      |
| Gerek-79              | 45.52                           | 22.61     | 34.07    | 280                        | 340       | 310      |
| Gün-91                | 19.63                           | 13.33     | 16.48    | 319                        | 392       | 356      |
| Harmankaya-99         | 15.34                           | 6.62      | 10.98    | 292                        | 349       | 321      |
| İkizce-96             | 33.74                           | 10.91     | 22.32    | 313                        | 395       | 354      |
| Karahan-99            | 15.18                           | 10.83     | 13.00    | 264                        | 327       | 296      |
| Kıraç-66              | 39.47                           | 24.25     | 31.86    | 271                        | 347       | 309      |
| Müfitbey              | 16.08                           | 14.36     | 15.22    | 318                        | 368       | 343      |
| Seval                 | 20.39                           | 16.47     | 18.43    | 285                        | 383       | 334      |
| Sönmez-2001           | 36.76                           | 25.52     | 31.14    | 299                        | 363       | 331      |
| Tosunbey              | 15.19                           | 9.72      | 12.45    | 271                        | 365       | 318      |
| Ortalama              | 24.31                           | 15.92     | 20.11    | 289                        | 362       | 325      |
| AÖF <sub>(0.05)</sub> | 7.85                            | 6.77      | 4.34     | 48.50                      | 37.74     | 28.90    |
| DK <sub>(%)</sub>     | 6.21                            | 6.47      | 3.68     | 5.63                       | 4.70      | 6.21     |



## SONUÇ

Bu çalışmada 2009-2010 ve 2010-2011 yetiştirme dönemlerinde yağmura dayalı yetiştirme koşullarında yetiştirilen 16 ekmeçlik buğday çeşidinin, tane verimi, kimyasal özellikleri ve hamur reolojisi belirlenerek, çeşitlerin performansları, çeşit ve yılların verim ve kalite özelliklerine etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada çeşit ve yılların verim ve kalite özelliklerini doğrudan ve dolaylı olarak etkilediği görülmüştür. Çalışmada çeşitlerin iki yıllık ortalamaları incelenen özellikler bakımından değerlendirildiğinde; 2009-2010 yetiştirme döneminde bin tane ağırlığında Demir-2000, protein oranında İkiççe -96, Zeleny sedimantasyonda Bağcı-2002 ve Gün-91, alveograf enerji değerinde Bezostaya-1, miksograf gelişme süresinde Tosunbey, miksograf pik yüksekliğinde ve miksograf toplam alanda Gün-91 çeşitlerinde en yüksek değerler elde edilmiştir. 2010-2011 yetiştirme döneminde bin tane ağırlığında Harmankaya-99, protein oranında Dağdaş-94, Zeleny sedimantasyonda Karahan-99, alveograf enerji değeri ve miksograf gelişme süresinde Tosunbey, miksograf pik yüksekliğinde ve miksograf toplam alanda Gün-91 çeşitlerinde en yüksek değerler belirlenmiştir. Çeşitlerin iki yıl ve yağışa dayalı ortamlardaki performanslarını değerlendirdiğimizde tane veriminde Seval, bin tane ağırlığında Demir-2000, protein oranında Dağdaş-94, Zeleny sedimantasyon değerinde Karahan-99, alveograf enerji değeri ve miksograf gelişme süresinde Tosunbey ve Bezostaya-1, miksograf pik yüksekliği ve toplam alanda ise Gün-91 ve İkiççe-96 çeşitlerinde yüksek değerler elde edilmiştir. Genel olarak değerlendirdiğimizde protein kalitesi bakımından Dağdaş-94 ve Karahan-99, hamur reolojisi bakımından ise Tosunbey ve Bezostaya-1 çeşitlerinde en yüksek değerler elde edilmiştir. İncelenen kalite kriterleri bakımından yıllar arasında önemli farklılıklar meydana geldiği, 2010-2011 yılında çeşitlerin protein oranı, protein kalitesi ve hamur özelliklerinin 2009-2010 yılından daha yüksek olduğu, bu farkın çeşit ve iklim faktörlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yeni geliştirilen ekmeçlik buğday çeşitlerinin tescil oldukları bölgelerde tavsiye edilmesi ile daha verimli ve kalite üretim sağlanarak sektörün hammadde ihtiyacının da karşılanacağı düşünülmektedir.

## 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

- Anonymous 1990. AACC Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist, USA.
- Anonymous 2000. Approved Methods of The American Association of Cereal Chemistusa.
- Anonymous 2009. Approvedmethodologies.www.leco.com/ Resources/ApprovedMethods.
- Anonymous 2014. JMP11, Jsl Syntax Reference. Sas Institute, Isbn:978-1-62959-560-3.
- Atlı A, Koçak N 2004. İslah Programlarında Ekmeçlik Buğday Kalitesinin Farklı Sedimantasyon Testleri ile Tahmini. Harran Üniv. Zir. Fak Derg 8(1): 51-56.
- Aydoğın S, Akçacık Göçmen A, Şahin M, Kaya Y, Koç H, Görgülü MN, Ekici M 2012. Ekmeçlik Buğday Unlarında Alveograf, Farinograf ve Miksograf Ölçülen Reolojik Özellikler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 7(1):74-82.
- Aydoğın S, Akçacık Göçmen A, Şahin M, Önmez H, Demir B, Yakışır E 2013. Ekmeçlik Buğday Çeşitlerinde Fizikokimyasal ve Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 22(2): 74-85.
- Aydoğın S, Soylu S 2016. Yetiştirme Koşullarının Bazı Ekmeçlik Buğday Çeşitlerinin Kalite Özelliklerine Etkisi. Selçuk Tar Bil Dergisi 2(2): 123-127.
- Bayram ME, Korkut KZ 2018. Identification and Evaluation of Alveograph Dough Parameters of Some Bread Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Genotypes. Mediterranean Agricultural Sciences 31(2): 161-168.
- Bulut S 2012. Ekmeçlik Buğdayda Kalite. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 28(5): 441-446.
- Burnett V, Clarke S 2002. Organic farming. Wheat Production and Marketing. Agriculture Notes. Velopment and Protein Synthesis. Journal of Cereal Science, 38: 133-146.
- Dupont MF, Altenbach BS 2003. Molecular and Biochemical Impacts of Environmental Factors on Wheat Grain Development and Protein Synthesis. Journal of Cereal Science 38(2): 133-146.
- Hernández-Espinosa N, Mondal S, Autrique E, Gonzalez-Santoyo H, Crossa J, Huerta-Espino J, Guzmán C 2018. Milling, Processing and Use Quality Traits of Cimmyt Spring Bread Wheat Germplasm Under Drought and Heat Stress. Field Crops Research 215: 104-112. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.10.003>.
- İdrani D, Rao GV 2007. Rheological Characteristics of Wheat Flour Dough as Influenced by Ingredients of Parotta. Journal of Food Engineering 79:100-105.
- Mader P, Hahn D, Dubois D, Gunst L, Alfoldi T, Bergmann H, Oehme M, Amado R, Schneider H, Graf U, Velimirov A, Fliebbach A, Niggli U 2007. Wheat Quality in Organic and Conventional Farming: Results of A 21 Year Field Experiment. J.

- Sci. Food Agric 87(10): 1826-1835.
- Otteson BN, Merqoum M, Ransom JK 2008. Seeding Rate and Nitrogen Management on Milling and Baking Quality of Hard Red Spring Wheat Genotypes. *Crop Science* 48(2): 749-755.
- Özkaya H, Kahveci B 1990. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri No: 14, Ankara.
- Özkaya H, Özkaya B 2005. Öğütme teknolojisi vol. 737: Sim Matbaacılık Ltd. Şti.
- Şahin M, Aydoğan S, Göçmen Akçacık A, Taner S 2009. The Evaluation on Alveograph Analysis of Some Bread Wheat Genotypes Improved for The Central Anatolia. *Journal of Crop Research* 2: 1-9.
- Şahin M, Göçmen Akçacık A, Aydoğan S, Yakışır E 2016. Orta Anadolu Sulu Koşullarında Bazı Kışlık Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Verim ve Kalite Performanslarının Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 25(1): 19-23.
- Şahin M, Akçacık Göçmen A, Aydoğan S, Demir B, Hamzaoğlu S, Güçbilmez Mecitoğlu Ç, Gür S, Yakışır E 2019. Kuru ve Sulu Şartlarda Yetiştirilen Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Farklı Reolojik Analiz Cihazları ile Kalite ve Teknolojik Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 8(2): 216-231.
- Triboi E, Abad A, Michelena A, Lloveras J, Ollier JL, Daniel C 2000. Environmental Effects on The Quality of Two Wheat Genotypes: 1. Quantitative and Qualitative Variation of Storage. *European Journal of Agronomy* 13(1): 47-64. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00059-9](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00059-9).
- Williams P, El-Haramein FJ, Nakkoul H, Rihavi S 1988. *Crop Quality Evaluation Methods and Guidelines*, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, ICARDA, Aleppo, Syria, 145 p. Edición 2 ed.
- Williams RM, O'Brien L, Eagles HA, Solah VA, Jayasena V 2008. The Influences of Genotype, Environment and Genotype×Environment Interaction on Wheat Quality. *Australian Journal of Agricultural Research*, 59(2): 95-111. <https://doi.org/10.1071/AR07185>.
- Yürür N, Tosun O, Eser D, Geçit HH 1981. Buğdayda ana sap verimi ile bazı karakterleri arasındaki ilişkiler. A.Ü. Z.F. Yayınları Bilimsel Araştırma ve İncelemeler Serisi No: 755- 443.



## Gaziantep İli Nizip İlçesi Antepfıstığı Ağaçlarının Yaprak ve Toprak Örnekleri ile Beslenme Durumunun Belirlenmesi

Tuğba BOZGEYİK<sup>1</sup>, K.Mesut ÇİMRİN<sup>2\*</sup>

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Hatay

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8353-5171>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-5158-8412>

✉: [mcimrin@hotmail.com](mailto:mcimrin@hotmail.com)

### ÖZET

Bu çalışma, Gaziantep ili Nizip ilçesini temsilen seçilen antepfıstığı bahçelerinin beslenme durumlarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla, 0-30 ve 30-60 olmak üzere iki farklı derinlikten 30 adet toprak örneğinde bünye, CaCO<sub>3</sub>, pH, EC, organik madde, KDK, bazı makro-mikro besin elementleri ile bir kısım ağır metal analizleri ve aynı bahçelerden alınan 15 adet yaprak örneğinde kimi besin elementi analizleri yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, araştırma alanı topraklarının % 63.34'ü kil, % 26.66'sı killi tın, % 6.66'sı kumlu killi tın ve % 3.34'ü ise siltli kil bünyeye sahip olduğu, toprakların tamamının hafif alkalin reaksiyonlu ve tuzsuz sınıfında yer aldığı, organik madde içeriklerinin tümünde yetersiz olduğu belirlenmiştir. Toprakların % 26.66'sının fosfor, %10'unun magnezyum, % 46.66'sının demir, % 46.66'sının çinko, % 93.33'ünün bor içeriği yönünden yetersiz olduğu belirlenmiştir. Topraklarda ağır metal açısından kirliliğe rastlanmazken, yaprak örneklerinin % 40'ının azot, tamamının fosfor, % 93.3'ünün potasyum, % 26.6'sının demir, % 40'ının bakır, % 13.33'ünün mangan, % 26.66'sının bor içeriği yönünden noksan olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak elde edilen bulgular, Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığı bahçelerinde beslenme sorunları olduğunu göstermektedir. Bölgede çalışmalarının artırılarak uygun doz ve formda gübreleme yanında özellikle, organik gübre kullanımının teşvik edilmesi ve yağışın düşmediği dönemlerde mutlaka sulama yapılması gerekmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 27.12.2019

Kabul Tarihi : 06.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

Antepfıstığı  
Bitki besin elementi  
Toprak özellikleri  
Gaziantep  
Nizip

## Determination of Nutrition Status of Leaf and Soil Samples of Pistachio (*Pistacia vera* l.) Trees in Nizip District of Gaziantep

### ABSTRACT

This study was conducted to determine the nutritional status of pistachio orchards selected from Nizip district of Gaziantep. For this purpose, texture, CaCO<sub>3</sub>, pH, EC, organic matter, CEC, some macro-micro nutrients and heavy metal content were analyzed in 30 soil samples from two different depths (0-30 cm and 30-60 cm), and some nutrient analysis of some leaves from 15 plant samples taken from the same orchards were performed. According to the findings, the soils in the research area had 63.34% clay, 26.66% clay loam, 6.66% sandy clay loam and 3.34% silty clay texture respectively and that the organic matter contents were determined to be insufficient. Furthermore, 26.66%, 10%, 46.66%, 46.66% and 93.33% of the soils were determined to be insufficient in P, Mg, Fe, Zn, and B contents respectively. No evidence of contamination of heavy metals were found in the soils, while 40% of the leaf samples were found to be deficient in nitrogen, %100 in phosphorus, 93.3% in potassium, 26.6% in iron, 40% in copper, 13.33% in manganese and 26.66% in boron. The results indicated that there were nutritional problems in pistachio orchards of Nizip district of Gaziantep. By increasing the studies in the region, appropriate fertilizing dosage and form should be provided, the use of organic fertilizers should also be encouraged and irrigation must be done during of the dry (without precipitation) periods .

### Research Article

#### Article History

Received : 27.12.2019

Accepted : 06.02.2020

#### Keywords

Pistachios  
Plant nutrient  
Soil properties  
Gaziantep  
Nizip

**To Cite :** Bozgeyik T, Çimrin KM 2020. Gaziantep İli Nizip İlçesi Antepfıstığı Ağaçlarının Yaprak ve Toprak Örnekleri ile Beslenme Durumunun Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (3): 722-732. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.665960.

## GİRİŞ

Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.), sakız ağacıgiller (*Anacardiaceae*) familyasından dioik ve yenebilen kabuklu meyve veren bir bitkidir. Sulama yapılmadan, taşlık, kayalık, yamaç ve fakir topraklarda bile ekonomik olarak yetişebilen, lezzetli ve besin değeri yüksek yöre için önemli bir bitkidir. 100 g iç antepfıstığında yaklaşık % 21 protein, % 51.6 yağ, % 16.4 karbonhidrat ve 600 kalori bulunmaktadır (Tekin ve ark., 1997). Dünyadaki antepfıstığı üretim miktarlarına bakıldığında Türkiye üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2018). Türkiye İstatistik Kurumunun 2018 verilerine bakıldığında ise Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Gaziantep ve Şanlıurfa illerinde yoğun olarak antepfıstığı üretimi yapılırken, Gaziantep ili içerisinde ise en çok üretim Nizip ilçesinde yapılmasına rağmen burada ağaç başına verim ortalama 5.0 kg/ağaç ile genelde çok düşüktür (TUİK, 2019). Verim düşüklüğüne neden olarak, iklim koşulları, antepfıstığının periyodisiteye eğimli olması, kültürel önlemlerin yeterince alınmaması gibi faktörlerin yanında dengeli ve yeterli beslemenin de özel bir önemi vardır. Antepfıstığı bahçelerinin büyük bir kısmında verim düşüklüğü söz konusu olduğu ve bahçelerin % 53.3'ü hiç gübrelenmediği bilinmektedir (Tekin, 1997).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yapılan bir çalışmada, antepfıstığı bahçelerinin % 70'inden fazlasının aşırı kireçli olması nedeniyle bahçelerde özellikle fosfor ve çinko eksikliğine sebep olduğu bildirilmiştir (Tekin ve ark., 1990). Aydeniz ve ark. (1982) antepfıstığı bahçelerinde yapmış oldukları çalışmada özellikle fosforun toprağın alt katlarında az, yüzey toprağında yüksek bulunması, fosforlu gübrelerin çiftçilerce bilinçsiz ve yanlış kullanıldığını göstermektedir. Kızılgöz ve ark., (1999) antepfıstığı yetiştirilen toprakların verimlilik düzeylerinin araştırılmak amacı ile Şanlıurfa yöresinde yaptıkları çalışmada toplam 28 toprak örneğini analiz etmişlerdir. Sonuç olarak toprak örneklerinin tamamında N ve bitkilerce alınabilir olan Fe ve Zn yetersizliğinin şiddetli seviyede olduğunu bildirmişlerdir. Türkiye de antepfıstığı üretimi yapılan toprakların fakir, kireçli ve taşlı yani verimsiz olması, antepfıstığının sulanmaması ya da çiftçilerin antepfıstığı sulanmaz ön yargısı, birim alana seyrek ağaç dikimi, bilinçsiz gübreleme yapılması veya hiç gübreleme yapılmaması, erkek ağaç sayısının az olması gibi nedenler ile ilgili olabilir.

Bu çalışmada, ülkemizin en kurak yörelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki kıraç topraklarda bu problemleri ekolojiye uyum sağlamış

antepfıstığı ağaçlarında toprak ve yaprak örneklerinin analizleri ile bahçelerin beslenme durumunun ortaya konularak, gübreleme programının belirlenmesine ışık tutacak bilgilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Güney Doğu Anadolu Bölgesinde antepfıstığı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Gaziantep ili Nizip ilçesinde, kaliteli ve iyi ürün veren, hastalık ve zararlı ile bulaşık olmayan, verim çağındaki 15 farklı bahçeden yaprak ile 0-30 ve 30-60 cm olmak üzere iki farklı derinlikten 30 adet toprak örneği çalışmanın materyalini oluşturmaktadır. Örneklerin alındığı antepfıstığı bahçeleri Nizip'in farklı köylerinden ve rastgele seçilirken antepfıstığı ağaçlarının benzer yaşta (40-50 yaşlı) olmasına dikkat edilmiştir (Çizelge 1.). Meyve bahçelerindeki yaprak ve toprak örnekleri Temmuz ayının son haftasında (antepfıstığında en uygun örnek alma zamanı ben düşme dönemidir) alınmıştır (Tekin ve ark., 1990). Yaprak örnekleri her ağacın 4 farklı yönünden gelişimini tamamlamış orta yaşlı yapraklarından bahçenin en az % 20 ağacını temsil edecek şekilde örneklenmiştir.

Alınan topraklar gölgede kurutulup 2 mm' lik elekten geçirildikten sonra, tekstür Bouyoucos hidrometre metodu (Bouyoucos, 1951), toprak reaksiyonu (pH) saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile (Jackson, 1958), organik madde Walkley-Black metoduna göre (Ülgen ve Ateşalp, 1972), % kireç miktarı beş tekrarlamalı olarak, Scheibler kalsimetresi ile (Hızalan ve Ünal, 1966), % tuz Richards, (1954)' e göre, kation değişim kapasitesi Chapman ve Pratt (1961)'in bildirdiği şekilde, değişebilir kanyonlar amonyum asetat ekstraksiyonu ile (Knudsen ve ark. 1982) belirlenmiştir.

Toplam azot Bremner (1965)'in bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre, yarayışlı fosfor Olsen ve ark. (1954)'nın bildirildiği şekilde, alınabilir potasyum Pratt (1965)'in bildirildiği şekilde, toprakta yarayışlı Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn ve B ve Ni, Cd, Co, Cr analizleri DTPA ile ekstrakte edildikten sonra Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde (Lindsay ve Norvel, 1978) belirlenmiştir.

Bitki yaprak aksamındaki toplam azot organik elementel analiz cihazı (Therm Flash 2000; CHNS/O) ile belirlenmiştir. Yaş yakma (nitrik-perklorik asit karışımı) ile yakılan yaprak örneklerindeki fosfor Vanadofosforik sarı renk yöntemine göre (Kacar, 1984), potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum, demir, çinko, bakır, mangan ve bor Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde okunmuştur (Kacar ve İnal, 2008).

Çizelge 1. Toprak örneklerinin alındığı bahçelerin derece cinsinden enlem boylam koordinatları

Table 1. Latitude longitude coordinates of orchards in place taken of soil samples

| Bahçe No<br>Orchard No | Örnek Yeri/Köy<br>Sample location | Enlem-Boylam (N-E) Koordinatları<br>Latitude-Longitude (N-E) coordinates |
|------------------------|-----------------------------------|--|
| 1                      | Mercanlı                          | (36,930180-37,792895)  |
| 2                      | Söğütlü                           | (36,988236-37,726756)  |
| 3                      | Akçakent                          | (37,021827-37,787363)  |
| 4                      | İkizce                            | (36,862080-37,766548)  |
| 5                      | Gevence                           | (36,911080-37,849420)  |
| 6                      | Yeşerti                           | (36,853153-37,851612)  |
| 7                      | Altındağ                          | (37,095250-37,689832)  |
| 8                      | Gevence                           | (36,914933-37,834405)  |
| 9                      | Yeşerti                           | (36,853153-37,862447)  |
| 10                     | Kesiktaş                          | (36,891042-37,695032)  |
| 11                     | Kırathı                           | (37,077970-37,740313)  |
| 12                     | Turlu                             | (37,062363-37,761795)  |
| 13                     | Kızılcaakent                      | (37,037098-37,777640)  |
| 14                     | Gökçeli                           | (36,885083-37,090600)  |
| 15                     | Doğrular                          | (36,967813-37,771038)  |



Şekil 1. Çalışma alanının konum haritası

Figure 1. Location map of the study area

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığının yoğun yetiştirildiği alanlardan seçilen 15 farklı bahçe ve iki farklı derinlikten (0-30 ve 30-60 cm) alınan topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2' de verilmiştir.

Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığı bahçe topraklarının % 63.34'ü kil, % 26.66'sı killi tın, % 6.66'sı kumlu killi tın ve % 3.34'ü ise siltli kil olmak üzere 4 farklı bünye sınıfına girmiştir. Karaduman ve Çimrin (2016), Gaziantep yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkilerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada benzer sonuçlar ortaya koymuşlardır. Çalışmadaki antepfıstığı bahçe topraklarının kireç içerikleri % 27.15 ile % 73.56 arasında değişerek ortalama % 45.88 oranında bulunmuş ve toprak örneklerinin tümü, Ülgen ve Yurtsever (1995)'in

bildirdiği sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında çok fazla kireçli (>%25) sınıfında yer almıştır. Gaziantep yıllık sıcaklık ortalaması 14.5 °C, yaz sıcaklık ortalaması 24-27 °C ve yıllık ortalama buharlaşma 1466.6 mm dir (Anonim, 1992).

Böyle bir iklim ve çoğunlukla kireçli ana materyal üzerinde oluşmuş bu topraklarda sonuç normal gözükmemektedir. Ayrıca Gaziantep ilinin bütününde çalışan Karaduman ve Çimrin (2016)' in, Nizip ilçesinden aldıkları örneklerdeki toprakların kireç içerikleri de çok fazla kireçli sınıfında bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırma topraklarının pH' sı en düşük 7.87 iken, en yüksek pH 8.48 olarak belirlenmiştir. Toprak örneklerinin tamamının pH'ları Ülgen ve Yurtsever (1995)'in verdiği sınıflandırmaya göre hafif alkalın karakterde olduğu görülmüştür. Tekin ve ark. (1985), yörede yaptıkları çalışmada Nizip ilçesinden alınan toprak örneklerinin pH'sının 8.20-8.50 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığı bahçeleri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri  
*Table 2. Nizip district of Gaziantep province pistachio orchard soils some physical and chemical properties*

| Toprak No<br>Soil No.      | Derinlik<br>Depth<br>cm | Kil<br>Clay<br>% | Kum<br>Sand<br>% | Silt<br>Silt<br>% | Bünye<br>Texture | CaCO <sub>3</sub><br>Lime<br>% | pH<br>Sat. | Tuz<br>Salt<br>% | O.M<br>% | KDK<br>CEC<br>cmol/kg |
|----------------------------|-------------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------------------|------------|------------------|----------|-----------------------|
| 1                          | 0-30                    | 61.04            | 12.96            | 26.00             | C                | 28.70                          | 7.87       | 0.084            | 0.73     | 39.98                 |
|                            | 30-60                   | 61.04            | 12.96            | 26.00             | C                | 30.15                          | 8.01       | 0.029            | 0.86     | 37.73                 |
| 2                          | 0-30                    | 45.04            | 20.96            | 34.00             | C                | 57.66                          | 8.06       | 0.011            | 1.12     | 15.52                 |
|                            | 30-60                   | 40.32            | 22.96            | 36.72             | C                | 58.43                          | 8.13       | 0.011            | 1.04     | 15.38                 |
| 3                          | 0-30                    | 49.04            | 14.96            | 36.00             | C                | 73.56                          | 7.91       | 0.011            | 1.23     | 11.18                 |
|                            | 30-60                   | 51.04            | 8.96             | 40.00             | C                | 67.88                          | 8.20       | 0.009            | 1.10     | 12.94                 |
| 4                          | 0-30                    | 59.04            | 18.96            | 22.00             | C                | 27.15                          | 8.35       | 0.011            | 0.76     | 40.42                 |
|                            | 30-60                   | 61.04            | 18.96            | 20.00             | C                | 27.61                          | 8.42       | 0.044            | 0.54     | 33.16                 |
| 5                          | 0-30                    | 50.32            | 24.96            | 24.72             | C                | 42.95                          | 8.22       | 0.009            | 1.03     | 33.44                 |
|                            | 30-60                   | 52.32            | 24.96            | 22.72             | C                | 40.30                          | 8.19       | 0.008            | 0.80     | 32.94                 |
| 6                          | 0-30                    | 58.32            | 14.96            | 26.72             | C                | 37.52                          | 8.16       | 0.009            | 0.70     | 36.12                 |
|                            | 30-60                   | 55.04            | 20.96            | 24.00             | C                | 27.52                          | 8.11       | 0.008            | 2.38     | 39.86                 |
| 7                          | 0-30                    | 38.32            | 26.96            | 34.72             | CL               | 51.19                          | 8.09       | 0.010            | 2.42     | 18.59                 |
|                            | 30-60                   | 38.32            | 42.96            | 18.72             | CL               | 56.02                          | 8.02       | 0.019            | 2.30     | 19.15                 |
| 8                          | 0-30                    | 42.32            | 35.68            | 22.00             | C                | 42.72                          | 8.13       | 0.028            | 1.50     | 29.36                 |
|                            | 30-60                   | 44.32            | 14.96            | 40.72             | SiC              | 41.08                          | 8.22       | 0.026            | 1.10     | 27.87                 |
| 9                          | 0-30                    | 33.60            | 42.96            | 23.44             | CL               | 48.07                          | 8.24       | 0.011            | 1.09     | 20.16                 |
|                            | 30-60                   | 38.88            | 35.68            | 25.44             | CL               | 47.60                          | 8.25       | 0.016            | 0.85     | 16.15                 |
| 10                         | 0-30                    | 54.88            | 14.96            | 30.16             | C                | 27.78                          | 8.22       | 0.066            | 0.67     | 38.82                 |
|                            | 30-60                   | 54.88            | 16.96            | 28.16             | C                | 29.42                          | 8.18       | 0.028            | 0.69     | 34.99                 |
| 11                         | 0-30                    | 26.88            | 46.96            | 26.16             | SCL              | 63.33                          | 8.13       | 0.005            | 1.21     | 16.39                 |
|                            | 30-60                   | 26.32            | 51.68            | 22.00             | SCL              | 61.28                          | 8.21       | 0.003            | 1.03     | 16.37                 |
| 12                         | 0-30                    | 27.60            | 40.96            | 31.44             | CL               | 67.35                          | 8.03       | 0.009            | 1.01     | 5.34                  |
|                            | 30-60                   | 27.60            | 42.96            | 29.44             | CL               | 69.84                          | 8.29       | 0.014            | 0.86     | 12.73                 |
| 13                         | 0-30                    | 33.60            | 24.96            | 41.44             | CL               | 65.13                          | 8.26       | 0.005            | 1.14     | 15.60                 |
|                            | 30-60                   | 31.60            | 30.96            | 37.44             | CL               | 66.58                          | 8.31       | 0.003            | 0.99     | 19.07                 |
| 14                         | 0-30                    | 57.60            | 15.68            | 26.72             | C                | 29.62                          | 8.39       | 0.017            | 0.67     | 38.90                 |
|                            | 30-60                   | 57.60            | 18.96            | 23.44             | C                | 30.07                          | 8.48       | 0.032            | 0.66     | 36.90                 |
| 15                         | 0-30                    | 43.60            | 36.96            | 19.44             | C                | 30.19                          | 8.14       | 0.072            | 1.30     | 38.11                 |
|                            | 30-60                   | 55.60            | 20.96            | 23.44             | C                | 29.99                          | 8.03       | 0.105            | 1.94     | 40.44                 |
| <b>Min.</b>                |                         | 26.32            | 8.96             | 18.72             |                  | 27.15                          | 7.87       | 0.003            | 0.54     | 11.18                 |
| <b>Max.</b>                |                         | 61.04            | 51.68            | 41.44             |                  | 73.56                          | 8.48       | 0.105            | 2.42     | 40.44                 |
| <b>Ort. (mean)</b>         |                         | 45.90            | 25.99            | 28.11             |                  | 45.88                          | 8.15       | 0.024            | 1.75     | 26.78                 |
| <b>Ort. (mean) (0-30)</b>  |                         | 45.41            | 26.39            | 28.33             |                  | 46.19                          | 8.20       | 0.023            | 1.10     | 27.19                 |
| <b>Ort. (mean) (30-60)</b> |                         | 44.57            | 25.72            | 27.88             |                  | 45.58                          | 8.18       | 0.024            | 1.14     | 26.37                 |

Nizip topraklarının tuz içerikleri % 0.003 ile % 0.105 arasında değişmekte olup ortalama tuz içeriği % 0.024 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Gaziantep ili Nizip ilçesi toprakları tuz içerikleri Tüzüner (1990)'de bildirildiği sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında bütün örneklerin tuzsuz (<%15) sınıfında olduğu belirlenmiştir. Kuru koşullarda tarım yapılan bu topraklarda durum normal gözükmemektedir. Gaziantep tarım topraklarının erozyon durumunu belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada Tunç ve Özkan (2010), toprakların tuz içeriklerinin % 0.03 ile % 0.08 arasında değişerek örneklerin tümünün benzer olarak tuzsuz sınıfında olduğunu bildirmişlerdir. Toprakların organik madde içerikleri % 0.54 ile % 2.42 arasında değişmekte olup ortalama organik madde içeriği % 1.75 olarak belirlenmiştir. Topraklar, Anonim (1988)'de bildirilen sınır değerlerine göre

sınıflandırıldığında, organik madde içerikleri % 43.33'ünün çok az (<%1), % 46.66'sının az (%1-2), % 10'unun ise orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Sıcaklığın yüksek yağışın sınırlı olduğu bu toprakların % 90'ının organik madde içeriği yetersiz olarak bulunmuştur. Araştırma alanından alınan toprakların katyon değişim kapasiteleri, 11.18 cmol/kg ile 40.44 cmol/kg arasında değiştiği bulunmuştur.

Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığı bahçe topraklarının azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) içerikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde toprakların toplam N içerikleri % 0.08 ile % 0.16 arasında değişmektedir. Sonuçlar Sillanpää (1990)'da belirlenen sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında toprakların toplam N içeriklerinin

bütün bahçelerde yeterli olduğu belirlenmiştir. Tunç ve Özkan (2010)'ın Gaziantep tarım topraklarında erozyon durumunu belirledikleri çalışmada genel olarak toprakların toplam N bakımından yeterli olduğu bildirilmiştir. Antepfıstığı bahçe topraklarının yarayışlı P içeriği değerlendirildiğinde 1.66 mg kg<sup>-1</sup> ile 113.71 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup alınan

örneklerin yarayışlı P içerikleri, Sillanpää (1990)'da belirlenen sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında % 6.66'sının çok fazla (>80 mg kg<sup>-1</sup>), % 16.66'sının fazla (25-80 mg kg<sup>-1</sup>), % 46.66'sının yeterli (8-25 mg kg<sup>-1</sup>), % 23.33'ünün az (2.5-8 mg kg<sup>-1</sup>) ve % 3.33'ünün çok az (<2.5 mg kg<sup>-1</sup>) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığı bahçe topraklarının azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) içerikleri

Table 3. Nizip district of Gaziantep province pistachio orchard soils nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and sodium (Na) contents

| Top. No<br>Soil No.      | Derinlik<br>Depth (cm) | N<br>% | P<br>mg kg <sup>-1</sup> | K<br>mg kg <sup>-1</sup> | Ca<br>mg kg <sup>-1</sup> | Mg<br>mg kg <sup>-1</sup> | Na<br>mg kg <sup>-1</sup> |
|--------------------------|------------------------|--------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1                        | 0-30                   | 0.12   | 7.58                     | 507                      | 8703                      | 394                       | 26                        |
|                          | 30-60                  | 0.11   | 6.06                     | 492                      | 8633                      | 338                       | 22                        |
| 2                        | 0-30                   | 0.12   | 36.61                    | 441                      | 5402                      | 153                       | 12                        |
|                          | 30-60                  | 0.13   | 42.60                    | 447                      | 5503                      | 156                       | 14                        |
| 3                        | 0-30                   | 0.11   | 10.42                    | 216                      | 5018                      | 97                        | 17                        |
|                          | 30-60                  | 0.11   | 19.85                    | 204                      | 5025                      | 95                        | 17                        |
| 4                        | 0-30                   | 0.11   | 16.78                    | 717                      | 8385                      | 371                       | 26                        |
|                          | 30-60                  | 0.10   | 1.66                     | 425                      | 8331                      | 336                       | 28                        |
| 5                        | 0-30                   | 0.12   | 8.20                     | 552                      | 7067                      | 243                       | 13                        |
|                          | 30-60                  | 0.11   | 3.80                     | 347                      | 7200                      | 206                       | 21                        |
| 6                        | 0-30                   | 0.09   | 9.02                     | 563                      | 7822                      | 349                       | 23                        |
|                          | 30-60                  | 0.15   | 45.96                    | 1186                     | 8184                      | 337                       | 119                       |
| 7                        | 0-30                   | 0.16   | 113.26                   | 788                      | 5612                      | 214                       | 14                        |
|                          | 30-60                  | 0.16   | 113.71                   | 822                      | 5649                      | 222                       | 18                        |
| 8                        | 0-30                   | 0.13   | 12.46                    | 584                      | 6882                      | 222                       | 14                        |
|                          | 30-60                  | 0.10   | 2.73                     | 374                      | 6948                      | 186                       | 15                        |
| 9                        | 0-30                   | 0.11   | 22.44                    | 757                      | 5793                      | 188                       | 16                        |
|                          | 30-60                  | 0.09   | 8.87                     | 519                      | 5600                      | 151                       | 21                        |
| 10                       | 0-30                   | 0.08   | 4.03                     | 772                      | 8718                      | 403                       | 20                        |
|                          | 30-60                  | 0.08   | 3.69                     | 577                      | 8348                      | 369                       | 24                        |
| 11                       | 0-30                   | 0.11   | 19.00                    | 291                      | 5461                      | 123                       | 15                        |
|                          | 30-60                  | 0.11   | 23.26                    | 269                      | 5388                      | 111                       | 13                        |
| 12                       | 0-30                   | 0.08   | 19.63                    | 299                      | 5088                      | 112                       | 15                        |
|                          | 30-60                  | 0.09   | 19.26                    | 241                      | 5051                      | 100                       | 10                        |
| 13                       | 0-30                   | 0.10   | 11.87                    | 258                      | 5657                      | 129                       | 26                        |
|                          | 30-60                  | 0.13   | 8.57                     | 209                      | 5558                      | 122                       | 24                        |
| 14                       | 0-30                   | 0.11   | 11.02                    | 577                      | 8498                      | 322                       | 20                        |
|                          | 30-60                  | 0.10   | 7.02                     | 453                      | 8454                      | 308                       | 22                        |
| 15                       | 0-30                   | 0.15   | 31.83                    | 974                      | 8186                      | 365                       | 106                       |
|                          | 30-60                  | 0.16   | 67.67                    | 1107                     | 7969                      | 363                       | 178                       |
| <b>Min.</b>              |                        | 0.08   | 1.66                     | 204                      | 5018                      | 95                        | 10.0                      |
| <b>Max.</b>              |                        | 0.16   | 113.71                   | 1186                     | 8718                      | 394                       | 119                       |
| <b>Ort. (mean)</b>       |                        | 0.11   | 19.52                    | 532.2                    | 6804                      | 236.2                     | 30.2                      |
| <b>Ort. (mean) 0-30</b>  |                        | 0.10   | 22.27                    | 553.0                    | 6819                      | 246.1                     | 24.2                      |
| <b>Ort. (mean) 30-60</b> |                        | 0.11   | 24.98                    | 511.4                    | 6789                      | 226.6                     | 36.4                      |

Nizip ilçesi topraklarının değişebilir K içerikleri 204 ile 1186 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup ve bahçe topraklarının potasyum içerikleri Sillanpää (1990)'da belirlenen sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında, % 6.66'sının çok fazla (>1000 mg kg<sup>-1</sup>), % 73.33'ünün fazla (290-1000 mg kg<sup>-1</sup>), % 20'sinin yeterli (110-290 mg kg<sup>-1</sup>) olarak belirlenmiştir. Bahçe topraklarında K açısından herhangi bir problem gözükmemektedir.

Gaziantep ili Nizip ilçesi topraklarının değişebilir Ca

içerikleri 5018 ile 8718 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş ve Sillanpää (1990)'da belirlenen sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında, toprakların tümünün çok fazla (>1500 mg kg<sup>-1</sup>) Ca içerdiği belirlenmiştir. Araştırılan toprakların değişebilir Mg içerikleri 95 ile 394 mg kg<sup>-1</sup> arasında ve Sillanpää (1990)'da belirlenen sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında toprakların Mg içeriklerinin % 10' u az (50-160 mg kg<sup>-1</sup>) ve % 90'ı ise yeterli (160-480 mg kg<sup>-1</sup>) olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4. Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığı bahçe topraklarının yayırlı demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bor (B) içerikleri

Table 4. Nizip district of Gaziantep province pistachio orchard soils available iron (Fe), copper (Cu), zinc (Zn), manganese (Mn) and boron (B) contents

| Toprak No.<br>Soil No.   | Derinlik<br>Depth (cm) | Fe   | Cu   | Zn   | Mn    | B     |
|--------------------------|------------------------|------|------|------|-------|-------|
|                          |                        |      |      |      |       |       |
| 1                        | 0-30                   | 3.27 | 1.27 | 0.25 | 16.35 | 0.070 |
|                          | 30-60                  | 1.21 | 1.11 | 0.20 | 7.58  | 0.080 |
| 2                        | 0-30                   | 4.76 | 1.11 | 0.77 | 6.29  | 0.121 |
|                          | 30-60                  | 5.21 | 1.24 | 0.79 | 7.49  | 0.131 |
| 3                        | 0-30                   | 1.57 | 1.23 | 0.56 | 8.18  | 0.159 |
|                          | 30-60                  | 1.17 | 1.18 | 0.47 | 4.37  | 0.153 |
| 4                        | 0-30                   | 2.32 | 1.31 | 0.28 | 4.43  | 0.108 |
|                          | 30-60                  | 0.56 | 0.80 | 0.09 | 1.79  | 0.086 |
| 5                        | 0-30                   | 3.08 | 1.81 | 0.52 | 5.71  | 0.110 |
|                          | 30-60                  | 1.14 | 1.24 | 0.18 | 2.53  | 0.092 |
| 6                        | 0-30                   | 2.16 | 1.14 | 0.27 | 6.33  | 0.088 |
|                          | 30-60                  | 3.55 | 1.56 | 1.41 | 8.12  | 0.128 |
| 7                        | 0-30                   | 3.19 | 1.11 | 1.29 | 7.68  | 0.227 |
|                          | 30-60                  | 4.31 | 1.15 | 1.51 | 18.31 | 0.231 |
| 8                        | 0-30                   | 3.94 | 1.18 | 1.18 | 5.92  | 0.155 |
|                          | 30-60                  | 1.25 | 1.00 | 0.25 | 2.82  | 0.126 |
| 9                        | 0-30                   | 1.47 | 2.10 | 0.47 | 4.24  | 0.286 |
|                          | 30-60                  | 0.47 | 0.88 | 0.16 | 2.07  | 0.278 |
| 10                       | 0-30                   | 2.03 | 1.17 | 0.19 | 3.95  | 0.087 |
|                          | 30-60                  | 1.30 | 1.08 | 0.13 | 3.37  | 0.083 |
| 11                       | 0-30                   | 3.16 | 0.98 | 1.07 | 8.81  | 0.165 |
|                          | 30-60                  | 2.60 | 0.95 | 0.89 | 7.43  | 0.155 |
| 12                       | 0-30                   | 3.09 | 1.25 | 0.61 | 6.22  | 0.155 |
|                          | 30-60                  | 1.62 | 1.09 | 0.38 | 3.05  | 0.146 |
| 13                       | 0-30                   | 4.18 | 1.03 | 0.49 | 6.53  | 0.147 |
|                          | 30-60                  | 2.80 | 0.85 | 0.36 | 4.18  | 0.134 |
| 14                       | 0-30                   | 3.00 | 1.38 | 0.31 | 5.04  | 0.094 |
|                          | 30-60                  | 1.16 | 1.04 | 0.16 | 2.75  | 0.096 |
| 15                       | 0-30                   | 4.81 | 1.78 | 0.85 | 12.53 | 0.082 |
|                          | 30-60                  | 2.17 | 1.43 | 1.09 | 9.27  | 0.104 |
| <b>Min.</b>              |                        | 0.47 | 0.80 | 0.09 | 2.07  | 0.070 |
| <b>Max.</b>              |                        | 5.21 | 2.10 | 1.41 | 18.31 | 0.286 |
| <b>Ort. (mean)</b>       |                        | 2.55 | 1.21 | 0.57 | 6.44  | 0.130 |
| <b>Ort. (mean) 0-30</b>  |                        | 3.06 | 1.32 | 0.61 | 7.21  | 0.270 |
| <b>Ort. (mean) 30-60</b> |                        | 2.03 | 0.22 | 0.54 | 5.39  | 0.134 |

Toprakların yayırlı demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bor (B) içerikleri Çizelge 4' te verilmiştir. Gaziantep ili Nizip ilçesi topraklarının Fe içerikleri 0.47 ile 5.21 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, toprakların yayırlı Fe içerikleri Lindsay ve Norwell (1978)'de belirlenen sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında % 10'unun fazla (>4.5 mg kg<sup>-1</sup>), % 43.33'ünün orta (2.5-4.5 mg kg<sup>-1</sup>), % 46.66'sının az (<2.5 mg kg<sup>-1</sup>) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Buna göre toprakların neredeyse yarısında Fe noksanlığı mevcuttur. Nizip ilçesi topraklarının Cu içeriği değerlendirildiğinde 0.80 ile 2.10 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup toprakların yayırlı Cu içerikleri

Follet ve Lindsay (1978)'de belirlenen sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında toprakların tamamının Cu içeriğince yeterli (>0.2 mg kg<sup>-1</sup>) olduğu belirlenmiştir. Eryüce ve ark. (1993), Gaziantep ve çevresindeki illerin mikro element içeriklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, alınan toprakların Cu içeriklerinin 0.50 ile 6.10 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığı topraklarının Zn içerikleri 0.09 ile 1.41 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup antepfıstığı bahçeleri topraklarının yayırlı Zn içerikleri, Viets ve Lindsay (1973)'de belirtilen sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında toprakların % 53.34'ü yeterli (<0.5 mg kg<sup>-1</sup>), %



46.66'sında ise az ( $>0.5 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olduğu belirlenmiştir. Gaziantep ili Nizip ilçesi topraklarının Mn içerikleri 2.07 ile 18.31  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değişmekte ve topraklarının yarıyıllık Mn içerikleri Follet ve Lindsay (1978)'de belirlenen sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında tamamının yeterli ( $>1.00 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olduğu belirlenmiştir. Araştırılan toprakların B içerikleri 0.070 ile 0.286  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değişmekte olup, ortalama B içerikleri 0.130  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Wolf (1971)'in toprakta alınabilir B sınır değerlerine göre karşılaştırıldığında Gaziantep ili antepfıstığı bahçeleri topraklarının B içeriği bakımından bütün toprakların çok az ( $<0.4 \text{ mg kg}^{-1}$ ) düzeyde B içerdiği belirlenmiştir. Kızılgöz ve ark., (2005) Şanlıurfa ili Suruç ilçesindeki toprakların alınabilir B içeriklerinin benzer olarak çok az ve az düzeyde olduğunu bildirmişlerdir.

Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığının topraklarının bazı ağır metal içerikleri Çizelge 5' te gösterilmiştir. Araştırılan toprakların ortalama Ni, Cd, Co ve Cr içerikleri sırasıyla 0.56  $\text{mg kg}^{-1}$ , 14.70  $\mu\text{g mg}^{-1}$ , 93  $\mu\text{g mg}^{-1}$  ve 1.99  $\mu\text{g mg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Çevre ve Orman Genel Müdürlüğü'nün toprakta müsaade edilebilir maksimum ağır metal konsantrasyonlarına bakıldığında pH'sı 6' dan büyük topraklar için kabul edilebilir maksimum değerler Ni için 75  $\text{mg kg}^{-1}$ a, Cd için 3  $\text{mg kg}^{-1}$ a, Cr için de 100  $\text{mg kg}^{-1}$ a kadar kabul edilmiştir (Bilge ve Çimrin, 2013). Sonuç olarak alınan toprakların ağır metal açısından bazılarının ölçüm sınırının da altında olması yanında, toprak örneklerinin hiç birinde şimdilik verilen sınır değerlerine göre bir kirlilik unsuruna rastlanmamıştır.

Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığının yoğun yetiştirildiği alanlardan seçilen 15 farklı bahçeden alınan yaprakların azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) içerikleri Çizelge 6' da verilmiştir. Antepfıstığı yapraklarının toplam N içerikleri % 0.57 ile % 2.93 arasında değişerek, ortalama %1.80 olarak belirlenmiştir. Tekin (1997)'nin antepfıstığının toprak ve yaprağında bulunması gereken besin elementleri miktarı noksanlık belirtileri ve giderilmesi amacıyla yaptığı çalışmada belirlediği yaprak sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında bahçelerin % 60'ında N içeriği yeterli seviyede ( $>1.80$ ), %40'ında ise düşük seviyede ( $< 1.80$ ) olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında toprak sonuçları ile yaprak sonuçları arasındaki bu uyumsuzluk örnekleme dönemindeki kuraklık ile ilişkili olduğu düşünülebilir.

Alınan yaprak örneklerinin P içerikleri % 0.059 ile % 0.066 arasında değişmektedir ve Tekin (1997)' nin belirlemiş olduğu sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde bahçelerin tamamında P eksikliği ( $<0.08$ ) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum toprakların çok fazla kireç içermeleri ve hafif alkalin reaksiyon göstermeleri yanında kil içeriklerinin

yüksek olmaları ile ilişkilendirilebilir.

Yaprak örneklerinin K içerikleri % 0.47 ile % 1.22 arasında değişmektedir. Tekin (1997)'nin belirlemiş olduğu sınır değerlerine göre bahçelerin % 93.33' ünde K noksanlığı ( $<1.00$ ) olduğu belirlenmiştir. Toprakta K' un yeter miktarda olmasına rağmen yapraklarda çok yüksek oranda K noksanlığının görülmesi bitkinin iyi beslenmediğini göstermektedir. Örnek olarak Aktaş (2005), toprakta çok fazla miktarda bulunan Ca' un antagonistik etki ile bitkiye K alımını azalttığını bildirmiştir.

Bahçelerin toplam Ca içerikleri % 0.52 ile % 0.77 arasındadır. Tekin (1997)' nin belirlenmiş olduğu sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde bahçelerin tamamında Ca noksanlığı ( $<2.30$ ) olduğu belirlenmiştir.

Topraklarda çok fazla Ca bulunmasına rağmen yapraklarda noksanlık görülmesi tezat gibi gözükse de bitkiye Ca alımı ve taşınımı için su çok önemli bir sebeptir. Özetle Ca' un kök etki alanına taşınması, alınması ve bitki içerisinde taşınması için su çok önemlidir. Kacar ve Katkat (2007)' nin bildirdiğine göre transpirasyon oranının azalması bitki yaprak Ca konsantrasyonunu azaltmaktadır. Diğer yandan, Ca' un bitki bünyesinde immobil olması ve yüksek pH da hareketsizliği ve çözünürlüğünün azalması nedeniyle bitkide eksikliği görülmüş olabilir. Yöre ikliminin kurak olması yanında, genelde antepfıstığı bahçelerinde sulama yapılmadığı bilinen bir gerçektir. Diğer yandan, ağaçların hiçbirinde gözle görünür kalsiyum noksanlığı gözlenmemiş olması antepfıstığının sınır düzeylerinin yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Alınan yaprak örneklerinin Mg içerikleri % 0.39 ile % 2.18 arasında değişmekte ve Tekin (1997)'nin belirlenmiş olduğu sınır değerlerine göre bahçelerin % 46.66'sında toplam Mg içeriği yeterli seviyede, % 53.33'ünde ise fazla ( $>0.90$ ) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığı bahçelerinden alınan yaprakların mikro element içerikleri Çizelge7'de verilmiştir. Alınan yaprak örneklerinin Fe içerikleri 27.49 ile 87.40  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değişmektedir. Tekin (1992)'nin belirlemiş olduğu sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında yaprakların %73.33'ünün yeterli, % 26.66'sının ise Fe içeriği bakımından noksan olduğu tespit edilmiştir. Işık (2016)' in Şanlıurfa ili antepfıstığı bahçelerinin mikro besin içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada Halfeti ilçesinden alınan yaprak örneklerinin ortalama Fe içeriğini 47.99  $\text{mg kg}^{-1}$  olduğunu bildirmiştir. Yaprak örneklerinin toplam Cu içerikleri 3.41 ile 11.53  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değişmekte olup, Tekin (1992)'nin belirlediği sınır değerlerine göre bahçelerin % 40'ının Cu içeriği yönünden noksan, % 60'ının yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kızılgöz ve ark., (2009). Şanlıurfa ili Bozova ilçesinde yaygın olarak yetiştirilen antepfıstığı ağaçlarının makro ve

mikro elementlerle beslenme durumunu araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada ortalama Cu içeriğini 6.5 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmişlerdir. Yaprak örneklerinin Zn içerikleri 14.30 ile 21.56 mg kg<sup>-1</sup> arasındadır ve Tekin (1992)' belirlediği sınır değerlerine göre Zn içerikleri bahçelerin tamamında yeterli seviyede bulunmuştur. Bu durum son dönemlerde ilaçlarla birlikte bayilerin önerdiği yaprakta çinko içeren gübrelemelerle ilgili olduğu söylenebilir. Yıldırım (2017)'ın Halfeti ve Birecik'te antepfıstığı yetiştirilen topraklarda ve yaprakta Zn noksanlığının belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada Halfeti'den alınan yaprakların Zn içeriklerinin 14.32 mg kg<sup>-1</sup> ve Birecik'ten alınan yaprak örneklerinin Zn

içeriklerinin 11.39 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu bildirmiştir. Bahçelerden alınan yaprakların toplam Mn içerikleri 9.23 ile 34.43 mg kg<sup>-1</sup> arasındadır. Tekin (1992)'nin belirlemiş olduğu sınır değerlerine göre bahçelerin % 13.33'ünde Mn içeriği yönünden noksan, % 86.66 yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kızılgöz ve ark. (2009). Şanlıurfa ili Bozova ilçesinde yaygın olarak yetiştirilen antepfıstığı ağaçlarının makro ve mikro elementlerle beslenme durumunu araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada ortalama Mn içeriğini 25.3 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmişlerdir. Not edilen bulgular çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 5. Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığı bahçe topraklarının bazı ağır metal içerikleri  
*Table 5. Some heavy metal contents of pistachio orchard soils in Nizip district of Gaziantep province*

| Toprak No.<br>Soil No.   | Derinlik<br>Depth (cm) | Ni<br>mg kg <sup>-1</sup> | Cd<br>µg kg <sup>-1</sup> | Co<br>µg kg <sup>-1</sup> | Cr<br>µg kg <sup>-1</sup> |
|--------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1                        | 0-30                   | 0.82                      | 16.80                     | 179.0                     | Dla                       |
|                          | 30-60                  | 0.59                      | 13.20                     | 78.0                      | Dla                       |
| 2                        | 0-30                   | 0.71                      | 10.80                     | 99.0                      | Dla                       |
|                          | 30-60                  | 0.76                      | 11.20                     | 122.0                     | Dla                       |
| 3                        | 0-30                   | 0.96                      | 6.30                      | 200.0                     | 4.74                      |
|                          | 30-60                  | 0.83                      | 7.20                      | 95.0                      | 1.38                      |
| 4                        | 0-30                   | 0.46                      | 17.40                     | 41.0                      | 7.22                      |
|                          | 30-60                  | 0.19                      | 10.70                     | 16.0                      | 1.45                      |
| 5                        | 0-30                   | 0.53                      | 19.70                     | 57.0                      | 3.37                      |
|                          | 30-60                  | 0.34                      | 10.90                     | 28.0                      | 1.91                      |
| 6                        | 0-30                   | 0.48                      | 15.30                     | 65.0                      | Dla                       |
|                          | 30-60                  | 0.83                      | 34.50                     | 98.0                      | Dla                       |
| 7                        | 0-30                   | 0.77                      | 10.50                     | 111.0                     | 0.82                      |
|                          | 30-60                  | 0.94                      | 12.00                     | 416.0                     | 1.97                      |
| 8                        | 0-30                   | 0.65                      | 24.40                     | 74.0                      | Dla                       |
|                          | 30-60                  | 0.39                      | 14.90                     | 34.0                      | Dla                       |
| 9                        | 0-30                   | 0.35                      | 10.00                     | 53.0                      | Dla                       |
|                          | 30-60                  | 0.23                      | 5.20                      | 33.0                      | Dla                       |
| 10                       | 0-30                   | 0.36                      | 15.80                     | 38.0                      | 3.28                      |
|                          | 30-60                  | 0.33                      | 14.00                     | 32.0                      | 2.81                      |
| 11                       | 0-30                   | 0.46                      | 17.40                     | 116.0                     | 0.34                      |
|                          | 30-60                  | 0.41                      | 17.00                     | 90.0                      | 1.23                      |
| 12                       | 0-30                   | 0.57                      | 11.00                     | 99.0                      | 1.49                      |
|                          | 30-60                  | 0.35                      | 9.40                      | 41.0                      | 7.63                      |
| 13                       | 0-30                   | 0.64                      | 15.30                     | 104.0                     | Dla                       |
|                          | 30-60                  | 0.46                      | 11.00                     | 57.0                      | Dla                       |
| 14                       | 0-30                   | 0.47                      | 18.40                     | 42.0                      | 6.44                      |
|                          | 30-60                  | 0.28                      | 12.20                     | 26.0                      | 4.32                      |
| 15                       | 0-30                   | 0.83                      | 26.80                     | 201.0                     | 5.45                      |
|                          | 30-60                  | 0.73                      | 22.00                     | 140.0                     | 2.42                      |
| <b>Min.</b>              |                        | 0.19                      | 5.20                      | 16.0                      | 0.34                      |
| <b>Max.</b>              |                        | 0.96                      | 34.50                     | 416.0                     | 6.44                      |
| <b>Ort. (mean)</b>       |                        | 0.56                      | 14.70                     | 93.0                      | 1.99                      |
| <b>Ort. (mean) 0-30</b>  |                        | 0.61                      | 15.70                     | 99.0                      | 2.21                      |
| <b>Ort. (mean) 30-60</b> |                        | 0.51                      | 13.60                     | 87.0                      | 1.66                      |

Dla: Dedeksiyon limitinin altında

Çizelge 6. Antepfıstığı yapraklarının azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) içerikleri  
Table 6. Nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and sodium (Na) contents of pistachio leaves

| Bahçe No.<br>Orchard No. | N         | P         | K         | Ca        | Mg        | Na   |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
|                          |           |           |           |           |           |      |
| 1                        | 0.60      | 0.059     | 0.82      | 0.63      | 0.74      | 0.02 |
| 2                        | 0.79      | 0.060     | 0.46      | 0.62      | 0.78      | 0.02 |
| 3                        | 1.01      | 0.060     | 0.87      | 0.77      | 0.72      | 0.02 |
| 4                        | 0.67      | 0.061     | 0.87      | 0.53      | 0.86      | 0.02 |
| 5                        | 0.49      | 0.062     | 0.64      | 0.62      | 1.03      | 0.02 |
| 6                        | 0.57      | 0.059     | 0.57      | 0.71      | 0.88      | 0.02 |
| 7                        | 2.55      | 0.061     | 0.86      | 0.52      | 1.97      | 0.02 |
| 8                        | 2.70      | 0.062     | 1.22      | 0.71      | 0.39      | 0.02 |
| 9                        | 2.55      | 0.059     | 0.91      | 0.86      | 1.06      | 0.02 |
| 10                       | 2.43      | 0.061     | 0.57      | 0.62      | 0.58      | 0.02 |
| 11                       | 2.40      | 0.060     | 0.21      | 0.53      | 1.34      | 0.02 |
| 12                       | 2.30      | 0.062     | 0.86      | 0.56      | 1.36      | 0.02 |
| 13                       | 2.82      | 0.066     | 0.78      | 0.76      | 1.35      | 0.02 |
| 14                       | 2.80      | 0.064     | 0.58      | 0.61      | 1.51      | 0.02 |
| 15                       | 2.93      | 0.062     | 0.74      | 0.77      | 2.18      | 0.03 |
| <b>Min.</b>              | 2.93      | 0.066     | 1.22      | 0.77      | 2.18      | 0.03 |
| <b>Max.</b>              | 0.57      | 0.059     | 0.47      | 0.52      | 0.39      | 0.02 |
| <b>Ort. (mean)</b>       | 1.80      | 0.061     | 0.73      | 0.65      | 1.11      | 0.02 |
| <b>Tekin(1997)*</b>      | 1.80-2.40 | 0.06-0.14 | 1.00-2.00 | 2.30-3.00 | 0.50-0.90 | -    |

\*: Kuru koşullarda antepfıstığı yapraklarında bulunması gereken alt ve üst sınır değerleri

Çizelge 7. Antepfıstığı yapraklarının demir (Fe), Bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bor (B) içerikleri  
Table 7. Iron (Fe), Copper (Cu), Zinc (Zn), Manganese (Mn) and Boron (B) contents of pistachio leaves

| Bahçe No<br>Orchard No. | Fe     | Cu    | Zn    | Mn    | B       |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|---------|
|                         |        |       |       |       |         |
| 1                       | 55.15  | 4.22  | 14.35 | 16.56 | 79.85   |
| 2                       | 66.40  | 11.25 | 16.59 | 18.32 | 67.71   |
| 3                       | 46.95  | 7.02  | 15.37 | 19.61 | 173.66  |
| 4                       | 45.47  | 7.21  | 15.55 | 19.08 | 151.37  |
| 5                       | 38.43  | 4.44  | 19.35 | 14.92 | 94.03   |
| 6                       | 68.70  | 4.24  | 14.06 | 27.97 | 164.57  |
| 7                       | 82.75  | 11.53 | 20.85 | 24.05 | 150.69  |
| 8                       | 54.00  | 3.41  | 14.30 | 21.19 | 168.50  |
| 9                       | 29.04  | 5.20  | 17.91 | 10.08 | 90.84   |
| 10                      | 30.10  | 4.47  | 13.99 | 9.23  | 115.93  |
| 11                      | 27.49  | 6.25  | 19.83 | 13.01 | 138.08  |
| 12                      | 87.40  | 4.50  | 17.11 | 19.70 | 101.56  |
| 13                      | 64.55  | 8.87  | 21.56 | 22.94 | 123.17  |
| 14                      | 62.55  | 5.22  | 16.56 | 20.42 | 94.61   |
| 15                      | 62.55  | 5.95  | 17.57 | 34.43 | 132.31  |
| <b>Min.</b>             | 27.49  | 3.41  | 14.30 | 9.23  | 67.71   |
| <b>Max.</b>             | 87.40  | 11.53 | 21.56 | 34.43 | 173.66  |
| <b>Ort. (mean)</b>      | 54.76  | 6.24  | 16.99 | 19.43 | 123.06  |
| <b>Tekin(1992)*</b>     | 43-170 | 6-90  | 10-25 | 25-50 | 100-180 |

\*: Kuru koşullarda antepfıstığı yapraklarında bulunması gereken alt ve üst sınır değerleri

Antepfıstığı yapraklarının B içerikleri ise 67.71 ile 173.66 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiş ve Tekin (1992)'nin belirlemiş olduğu sınır değerlerine göre bahçelerin % 26.66'sında B içeriği yönünden noksan, % 73.33'ünün yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Işık (2016)'ın

Şanlıurfa ili antepfıstığı bahçelerinin mikro besin içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada Bozova ilçesinden alınan yaprak örneklerinin ortalama bor içeriklerinin 75.2 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu ve bahçelerin % 11.53'ünde bor içeriklerinin yeterli ve %

88.47'sinde noksan olduğunu bildirmiştir.

Çalışma alanı topraklarında B ve Zn değerleri yetersiz iken yapraklarda yeterli bulunmuştur. Bitkiler toprak koşullarına köklerin, su ve besin elementi alma yetenekleri bakımından kolayca açıklanamayacak şekilde cevap verebilirler. Örnek olarak bitki kökleri topraktaki zor koşullara göre çeşitli mekanizmalar geliştirirler (Passioura, 2002). Antepfıstığı anaçlarının sorunlu veya sınırlı toprak koşullarına adapte olması yanında bilinçsiz olarak yapraktan gübreleme toprakta noksan olmasına rağmen yapraklarda bazı besin elementlerinin noksanlığının görülmemesinin sebebi olabilir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Gaziantep ili antepfıstığı bahçeleri topraklarının % 63.34'ü kil, % 26.66'sı killi tın, % 6.66'sı kumlu killi tın ve % 3.34'ü ise siltli kil olmak üzere 4 farklı bünye sınıfına girmiştir. Dolayısıyla antepfıstığı yetiştiriciliği için bu toprakların uygun bünyede olduğu söylenebilir. Çalışmada topraklarının tümü, tuzsuz, organik maddece fakir, çok fazla kireçli ve hafif alkalın karakterli olarak belirlenmiştir. Diğer yandan topraklarda herhangi bir ağır metal kirliliğine rastlanmaması sevindiricidir.

Toprak ve yaprak analiz sonuçları bir arada karşılaştırıldığında; bütün topraklarda toprak sınır değerlerine göre N, K, Ca, Mg, Cu ve Mn içeriklerinin tamamı, P'nin %69.98'i Fe'nin %53.33'ü yeterli ve B'nin neredeyse tamamı yetersiz bulunmuştur. Buna karşın, yaprak sınır değerlerine göre ise yaprakların %40'ında N, %93.33'ünde K, tamamında Ca, %53.33'ünde Mg, %93.33'ünde Cu ve Mn, tamamında P, %86.66'ında Fe ve %26.66'ında B yönünden noksan bulunmuştur. Bu durum genel olarak tezat gibi gözükmektedir. Ancak, toprak reaksiyonunun ve kireç miktarının yüksek oluşunun P, Fe ve Zn gibi bazı makro ve mikrobeyin elementlerinin alınabilirliğini azaltması, toprakların organik maddece fakir olması, kurak koşullara rağmen sulama yapılmaması ile toprak ve bitki analizlerine dayalı bilinçli bitki beslenme programlarının olmaması göz önüne alındığında bu durum kaçınılmaz olmaktadır.

Sonuç olarak elde edilen bulgular, Gaziantep ili Nizip ilçesi antepfıstığı bahçelerinde beslenme sorunları olduğunu göstermektedir. Katma değeri yüksek bir bitki olan antepfıstığı ile gübreleme çalışmalarının artırılarak uygun doz yanında gübrelerin uygun formlarda (demir ve çinkolu gübrelerin pH'ya uygun şelat formunda) olması, organik gübre kullanımının teşvik edilmesi ve özellikle antepfıstığı bahçelerinin yağışın düşmediği dönemlerde mutlaka sulama yapılması ve çifçinin bu konularda yapılacak çalışmalar ile bilinçlendirilmeleri gerekmektedir.

## TEŞEKKÜR

K. Mesut Çimrin yönetiminde tamamlanan Yüksek Lisans çalışmasının bir kısmı olup, yazarlar çalışmaya maddi destek sağlayan Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne (Proje No: 18.YL.051) teşekkür ederler.

## 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

- Aktaş M 2005. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. III. Baskı, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 1429, Ankara.
- Anonim 1988. Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberi. Tar. ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hiz. Gen. Müd. Toprak ve Gübre Araş. Ens. Müd. Genel Yayın No: 151, Teknik Yayınlar No: 59.
- Anonim 1992. Gaziantep İli Arazi Varlığı. Köy Hiz. Gen. Müd. Yayınları, İl Rapor No: 27.
- Aydeniz A, Danışman S, Karaçal İ 1982. Gaziantep Fıstıklarında Fosfor Durumu ve Açlığın Giderilmesi (Basılmamış) Ankara.
- Bilge U, Çimrin KM 2013. Viranşehir-Kızıltepe Karayolu Kenarındaki Topraklarda Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği. Ankara Üniv. Tarım Bil. Der. 19:4, 323-329
- Bouyoucos G J 1951. A Recalibration of Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils, *Agronomy Journal*, 43: 434 - 438.
- Bremner JM 1965. Total Nitrojen. In C.A. Black et al. (ed), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Agronomy 9: 1149-1178*. Am. Soc. of Agron. Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Chapman H D, Pratt P F 1961. *Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters*, 1 - 309. University of California, Division of Agricultural Sciences, USA.
- Eryüce N, Taysun A, Uysal H, Dağdeviren İ 1993. Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Malatya, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak Civarındaki Bazı Eğimli ve Düz Tarım Arazilerinde İşlenen Tabakanın Fe, Zn, Mn, Cu içerikleri *Ege Üniv. Ziraat Fak. Der.* 30 (3): 81-88.
- FAO 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>, Erişim Tarihi: 07.01.2019.
- Follet R H, Lindsay W L 1978. Profile Distribution of Zn, Fe, Mn, and Cu in Colorado Soils. *Colorado Exp. Station Tech. Bull.* S: 110.
- Hızalan E, Ünal H 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü.Ziraat Fak. Yayınları, 278.

- Işık Y 2016. Şanlıurfa İli Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) Bahçelerinin Mikro Besin İçeriklerinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bil. Ens. Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, 63s.
- Jackson M 1958. Soil chemical analysis. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, pg:1 - 498, New Jersey, USA.
- Kacar B, 1984. Bitki Besleme. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 899, 169-175.
- Kacar B, Katkat V 2007. Bitki Besleme. Nobel Yay. ISBN:978-975-591-834-1. 559s.
- Kacar B, İnal A 2008. Bitki analizleri, Cilt 1, Nobel yayını, 892 s, Ankara.
- Karaduman A, Çimrin K M 2016. Gaziantep Yöresi Tarım Topraklarının Besin Elementi Durumları ve Bunların Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi. 19(2): 117-129.
- Kızılgöz İ, Kızılkaya R, Seyrek A, Kaptan H 1999. Şanlıurfa Yöresinde Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) Yetiştirilen Toprakların Verimlilik Düzeylerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. GAP I. Tarım Kongresi, 26-28 Mayıs, II. Cilt: 987-994.Şanlıurfa
- Kızılgöz İ, Tutar E, Sakin E 2009. Bozovada Yaygın Olarak Yetiştirilen Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.). Süleyman Demirel Üniv. Zir. Fak. Der. 4(1):10-15.
- Kızılgöz İ, Özberk İ 2005. Sulanan Koşullarda Makarnalık ve Ekmeklik Buğdayın Borla Beslenme Durumunun Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.. 9-3.
- Knudsen D, Peterson GA, Pratt PF 1982. Lithium, Sodium and Potassium. Pages 225–246 in A. L. Page et al., eds. Methods of soil analysis, Part 2. Amer. Soc. of Agron, Madison. USA.
- Lindsay WL, Norvell WA 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn, and Cu. Soil Science Society of American Journal, 42: 421 - 428.
- Olsen SR, Cole CV, Waterable FS, Dean LA 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. USPA Circular No: 939, Washington D.C.
- Pratt, PF 1965. Potassium. Method of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, 2nd. Ed, A. L. Page, Amer, Soc, of Argon, Inc, Pub, Argon, Series No: 9.
- Passioura J B 2002. Soil Conditions and Plant Growth. Plant Cell Env. 25:2,31-318.
- Richard LA 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Handbook 60, U. S. Department of Agriculture.
- Sillanpää M 1990. Micronutrient Assessment at The Country Level: An International Study. In : FAO Soils Bulletin, N. 63.
- Tekin H, Genç Ç, Kuru C, Akkök F 1985. Antepfıstığının Besin Maddesi Kapsamlarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Bahçe, 14 (1-2) 47-57.
- Tekin H, Çağlar G Kuru C, Akkök F 1990. Antepfıstığı Besin Kapsamlarının Belirlenmesi ve En Uygun Yaprak Örneği Alım Zamanının Tespiti. Türkiye 1. Antepfıstığı Sempozyumu Bildiriler. 11-12 Eylül, s.120-138.
- Tekin H 1992. Gaziantep Yöresinde Toprak ve Yapraktan Farklı Gübre Uygulamalarının Antepfıstığının Yaprak gelişimi, Gelişme, Verim ve Ürün Kalitesine Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 182 s.
- Tekin H 1997. Antepfıstığının Toprak ve Yaprakta Bulunması Gereken Besin Elementleri Miktarı Noksanlık Belirtileri ve Giderilmesi. Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No: 7, 34, Gaziantep.
- TUİK 2019. Türkiye İstatistik Kurumu (2019) <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, Erişim Tarihi: 20.06.2019.
- Tunç E, Özkan A 2010. Gaziantep'in Tarım Topraklarında Erozyon Sorunu ve Bu Konuda Çiftçi Eğitimi. E.Ü. Fen Bil. Ens. Der. 3(2):143-153.
- Tüzüner A 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 375s.
- Ülgen N, Ateşalp M 1972. Toprakta Bitki Tarafından Alınabilir Fosfor Tayini, Toprak-su Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayınlar Serisi, Sayı 21, Ankara.
- Ülgen N, Yurtsever N 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araş. Ens. Teknik Yayınları. Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: 66.
- Viets FG, Lindsay WL 1973. Testing Soils for Zinc, Copper, Manganese and Iron. Wallshand, L.M., Beaton, J.D.(Ed.). Soil Sci. Soc. of Amer. Inc. Medison Wisconsin. U.S.A.
- Wolf B 1971. The Determination of Boron Soil Extracts, Plant Materials, Composts, Manure, Water and Nutrient Solutions. Soil Sci. And Plant Anal. 2(5):363-374.
- Yıldırım B 2017. Halfeti ve Birecik'te Antepfıstığı (*Pistacia vera* l.) Yetiştirilen Topraklarda ve Yaprakta Çinko Noksanlığının Belirlenmesi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 47s.

## Trakya Bölgesi'nde Farklı Bitkiler Yetiştirilen Arazilerde Toprak ve Hava Mikrofungusları Üzerine Bir Araştırma

Meltem ÇAKMAK<sup>1</sup>, Halide AYDOĞDU<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji ve Genetik ABD, Edirne, <sup>2</sup>Trakya Üniversitesi, Arda Meslek Yüksekokulu, Edirne

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0325-4412>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1778-2200>

✉: halideaydogdu@trakya.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, Trakya Bölgesi'nde çeşitli tarla ve bahçe ürünlerinin yetiştirildiği topraklardaki mikrofunguslar ile havayla taşınan mikrofungusların konsantrasyon ve kompozisyonlarının araştırılması amaçlandı. 1 g kuru toprağa karşılık gelen taze topraktaki mikrofungusların ortalama sayısı, patates yetiştirilen toprakta en yüksek, ayçiçeği yetiştirilen toprakta ise en düşük düzeyde gözlemlendi. Soğan tarlasının toprağı mikrofungus cinsi bakımından en fazla çeşitlilik gösterirken, bezelye bahçesinde en az çeşitlilik saptandı. Tarla bitkilerinin yetiştirildiği alanlardan alınan hava örneklerinde en fazla fungal spor nohut tarlasından, en az ise ayçiçek tarlasından izole edildi. Soğan ve mısır tarlasından alınan hava örneklerinde fungal çeşitlilik en fazla iken, en az çeşitlilik ise bakla ve nane bahçelerinden alınan hava örneklerinde tespit edildi. Tüm toprak örneklerinde en yaygın olarak Mycelia Sterilia'ya ait mikrofunguslar izole edilirken, bunu sırasıyla *Penicillium*, *Acremonium*, *Aspergillus* ve *Fusarium* cinsleri izledi. Tüm bitkilerin yetiştirildiği tarlaların havasında *Cladosporium* en baskın cins olarak bulundu.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 30.10.2019

Kabul Tarihi : 23.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

Mikrofungus

Fungal çeşitlilik

Hava

Toprak

Trakya

## A Research on Soil and Air Microfungi in Agricultural Areas Growing Different Plants in Thrace Region

### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the concentration and composition of microfungi and airborne microfungi in the soil where various field and horticultural crops were grown in the Thrace Region. The average number of micro fungi in fresh soil corresponding to 1 g of dry soil was highest in potato-grown soil and lowest in sunflower soil. While the soil of the onion field showed the most diversity in terms of micro fungus genus, the least variation was observed in pea garden. In the air samples taken from the fields where field crops were grown, the most fungal spores were isolated from chickpea field and the least from sunflower field. While the fungal diversity was highest in air samples taken from onion and corn fields, the least variation was determined in air samples taken from bean and mint garden. Microfungi of Mycelia Sterilia were most commonly isolated in all soil samples, followed by *Penicillium*, *Acremonium*, *Aspergillus* and *Fusarium* species, respectively. *Cladosporium* was determined to be the predominant genus in the air of the fields where all plants were grown.

### Research Article

#### Article History

Received : 30.10.2019

Accepted : 23.01.2020

#### Keywords

Mikrofungus

Fungal diversity

Air

Soil

Thrace

**To Cite** : Çakmak M, Aydoğdu H 2020. Trakya Bölgesi'nde Farklı Bitkiler Yetiştirilen Arazilerde Toprak ve Hava Mikrofungusları Üzerine Bir Araştırma. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (3): 733-739. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.640166.

### GİRİŞ

Mikroorganizmalar çevre streslerine karşı yüksek yapılı organizmalardan daha duyarlıdır. Toprağın durumunu algıladıkça değişikliklere cevap verdiklerinden, toprak mikroorganizmaları toprak sağlığının (kalitesinin) izlenmesinde biyoindikatör

olarak kullanılmaktadırlar (Orgiazzi ve ark., 2012; Okur ve ark., 2016; Seth ve ark., 2018; Sahu ve ark., 2019). Toprak mikroorganizmalarının sayısı, tür ve faaliyetlerindeki değişimler izlenerek toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki olumlu ve olumsuz gelişmeler önceden belirlenmeye

çalışılmaktadır (Kocabaş ve Başkaya, 2016).

Mikrofunguslar ekosistemde geniş bir yayılım göstermekle birlikte toprak, içerdiği zengin besin maddeleri ve organik katmanlarından dolayı aktif bir yaşama sahip olan mikrofunguslar için ideal besin kaynağı ve yaşam yeri durumundadır. Fungusların ekosistemdeki temel görevleri; N, P, K, S ve diğer iyonların mineralizasyonu, hemen her türlü organik maddenin ayrıştırılması, simbiyoz ortaklıklara katılmak, humik maddeler sentezlemek, toprakların kıvrıntılı bir yapı kazanmasını sağlamak, besin elementlerini sitoplazma içinde tutarak topraktan yağış suları ile yıkanmalarını ve kök zonundan dışarı çıkmalarını engellemek, toprak oluşum ve gelişim olaylarına katılmak, antibiyotik üretmek, zararlı toprak mikroorganizmaları ile mücadele etmek ve zehirli maddeleri ayrıştırmak şeklinde özetlenebilir (Christensen, 1989; Başbülbul ve ark., 2011; Asan ve ark., 2018; Fraç ve ark., 2018). Ayrıca toprak kökenli bitki hastalıklarının önlenmesi ve bitki büyümesinin desteklenmesinde de rol alırlar (Garbeva ve ark., 2004). Toprakların sürdürülebilir ve verimli olarak fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri mikroorganizmaların aktivitelerine ve çeşitliliğine bağlıdır (Oskay ve Şimşek, 2017).

Toprak mikrofunguslarının yukarıda bahsedilen yararlı faaliyetleri yanında, zararları da mevcuttur. Bir kısmı insan, hayvan ve bitkilerde parazit olarak yaşamakta ve çeşitli hastalıklara hatta ölümlere sebep olmaktadır. Bazı mikrofunguslar özellikle kültür bitkilerine arız olarak büyük ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Başbülbul ve ark., 2011; Özkan ve Sülün, 2014). Örneğin *Aspergillus* türleri tohum çürümesine, *Fusarium* türleri birçok bitkide kök çürümesine sebep olmaktadır. Hasat sonrası depolanan ürünlerde ise *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerine daha çok rastlanmakta ve mikotoksin oluşumu gözlenmektedir (Kara, 2005; Aydoğdu, 2016).

Mikrofungusların topraktaki sayıları ve türleri, çeşitli yetiştirme ortamı faktörlerinden etkilenmektedir. Bazı araştırmacılar mikrofunguslar üzerinde toprak nem düzeyi, toprak asitliği, ayrışan organik madde ve bazı besin elementlerinin belirleyici olduğunu ifade etmektedir (Schutter ve ark., 2001; Çakır ve Makineci, 2011; Ocak ve Demir, 2012; Negrete ve ark., 2015).

Yapılan bazı araştırmalarda, topraktaki fungus sayısının yaz mevsiminde düşüşe girdiği, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde arttığı, kış mevsiminde tekrar azalmasının nem ve sıcaklık nedeni ile olduğu belirtilmiştir (Başbülbul ve ark., 2011; Aydın, 2015).

Atmosfer, yüksek ışık şiddeti, aşırı sıcaklık değişimi, düşük organik madde içeriği ve kullanılabilir suyun çok az miktarda olmasından dolayı mikrobiyal üreme açısından aslında uygun bir ortam değildir (Şen ve Asan 2009). Buna karşın mikrofungusların sporları genellikle havayla taşınmakta ve sayıları bölgeden

bölgeye değişiklik göstermektedir (Boyacıoğlu ve ark., 2007; Aydoğdu ve Asan, 2008; Otağ ve ark., 2014). Tarımsal alanlarda havayla taşınan fungal sporlar, patojen olması durumunda tarladaki ürüne bulaşarak hastalık oluşturabilmektedir. Yine üründe meydana gelen fungal hastalık nedeni ile oluşan çok sayıda spor, havaya karışarak hava akımı yolu ile etrafa yayılarak diğer ürünlere bulaşabilir.

Bu çalışmada Trakya Bölgesi'nde tarla (ayçiçeği, mısır, nohut, soğan) ve bahçe (fasulye, bezelye, patates, nane, çilek, marul, bakla) ürünlerinin yetiştirildiği topraklardaki mikrofunguslar ile aynı alanlarda havayla taşınan mikrofungusların araştırılması amaçlandı.

## MATERYAL ve METOD

### Toprak Örneklerinin Alınması

Trakya bölgesinde (Edirne-Keşan-Yeşilköy) tarla ve bahçe bitkilerinin bulunduğu topraklardan Mayıs ayında örnek alındı. Çalışmada nohut, ayçiçeği, mısır, soğan ve bahçe bitkilerinin (fasulye, bezelye, patates, nane, çilek, marul, bakla) bulunduğu toprakların üst yüzeyi düzey olarak temizlenip (5-10 cm derinlik) steril spatül ile ekim alanlarının dört köşe ve ortası olmak üzere 5'er örnek alındı, steril poşetlere konarak laboratuara getirildi.

### Toprak örneklerinin yüzde nem miktarlarının belirlenmesi

Her bir toprak numunesinden 10'ar g taze toprak alınarak cam petriler içine yerleştirildi ve 105 °C deki fırında (etüv) 24 saat tutulduktan sonra tartılarak fırın kuru ağırlıkları belirlendi. Yaş ve fırın kuru ağırlıkları saptanan toprak örneklerinin nem miktarları (%) Eşitlik 1 kullanılarak hesaplandı (Oskay ve Şimşek, 2017).

$$N(\%) = \frac{YA - FA}{FA} \times 100 \quad (1)$$

N: Toprak örneği nem miktarı (%)

YA: Toprak örneği yaş ağırlığı

FA: Toprak örneği fırın kuru ağırlığı

### Toprak örneklerinden mikrofungusların izolasyonu ve sayımı

Toprak örneklerinden mikrofungusların izolasyonunda "Toprağı Seyreltme Metodu (Soil Dilutions Technique)" kullanıldı (Waksman 1922; Kalyoncu ve Özer, 2017; Asan ve ark., 2018; Savaş ve ark., 2018). Nem miktarları belirlenmiş olan 10 g taze toprak, 250 mL steril erlen içerisine konularak 90 mL steril saf su ilave edildi ve böylece 10<sup>-1</sup>lik toprak süspansiyonu elde edilmiş oldu. Daha sonra süspansiyonlar çalkalamalı etüvde 30 dakika çalkalandı ve 10<sup>-1</sup> - 10<sup>-5</sup> arası seri dilüsyonları hazırlandı. Her bir dilüsyondan Rose Bengal Chloramphenicol (RBC) Agar besiyerlerine yayma

plak yöntemi ile ekim yapılarak petri kapları 25°C de 7 gün süreyle inkübasyona bırakıldı.

İnkübasyon süresi sonunda petri kaplarındaki koloniler sayılarak materyaldeki canlı hücre sayısı aşağıdaki Eşitlik 2 kullanılarak hesaplandı (Oskay ve Şimşek, 2017). 1 g fırın kurusu toprak örneğindeki toplam mikrofungus sayısı koloni oluşturan birim (kob) cinsinden hesaplandı.

$$S = \frac{a \times b \times 100}{100 - N} \quad (2)$$

S= 1 g kuru topraktaki toplam mikrofungus sayısı

a= Petri kaplarındaki (toprak örneğine ait) ortalama mikrofungus sayısı

b= Dilüsyon faktörü

N= Toprak örneğine ait nem miktarı (%)

### Hava Örneklerinin Alınması

Havayla taşınan mikrofungusları belirlemek amacı ile her bir tarla ve bahçeden hava örnekleme cihazı ile (Merck MAS 100- ECO) örnek alındı. Örnekleme RBC Agar besiyeri kullanıldı. Petri plakları 25 °C'de 7 gün inkübasyona bırakıldı.

### Hava örneklerinden mikrofungusların izolasyonu ve sayımı

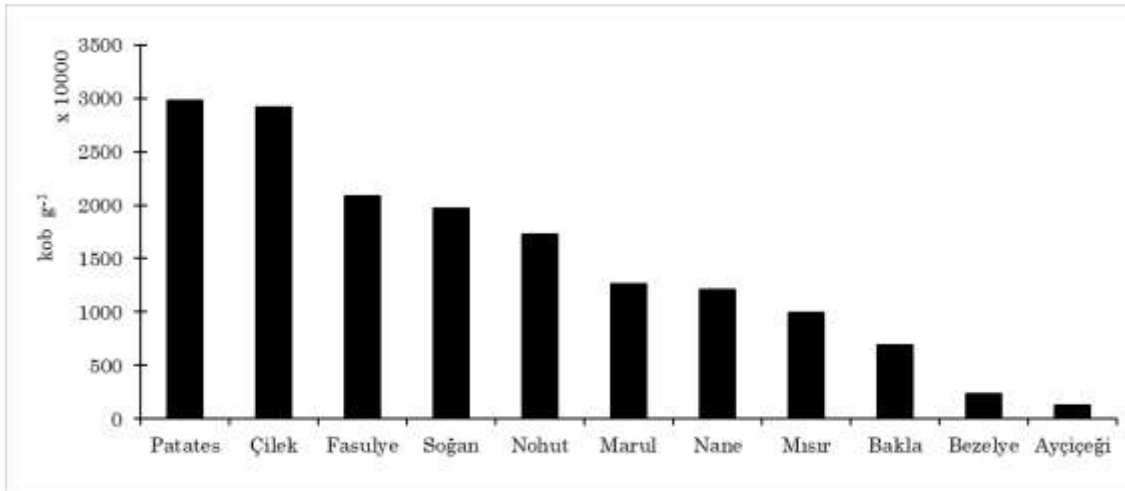
İnkübasyon süresi sonunda petri kaplarındaki koloniler sayılarak 1m<sup>3</sup> havadaki fungal spor sayısı kob m<sup>-3</sup> olarak belirlendi.

### Mikrofungusların saflaştırılması ve identifikasyonu

Toprak ve hava örneklerinde sayım işleminin ardından petri kapları mikroskop altında incelenerek morfolojik olarak birbirinden farklı görünen tüm koloniler saf halde üretilmek üzere PDA içeren yatık agarlara aktarıldı ve 25 °C'de 7 gün inkübasyondan sonra stok kültür olarak kullanılmak üzere +4 °C de saklandı. Saf stok kültürlerden PDA ve MEA içeren petri kaplarına ekim yapıldı ve inkübasyon süresi sonunda mikrofungusların identifikasyonu, kültürel ve mikroskopik özellikleri baz alınarak gerçekleştirildi (Hasenekoğlu, 1991; Ellis ve Ellis, 1997; Barnett ve Hunter, 1998; Samson ve ark., 2002)

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı ürün ekimi yapılan tarla ve bahçe topraklarından alınan örneklerde 1 g fırın kurusu toprakta bulunan toplam mikrofungus koloni sayıları (kob g<sup>-1</sup>) Şekil 1'de, toprak örneklerinden izole edilen mikrofungus cinslerinin bulunma oranları Şekil 2'de verildi.



Şekil 1. Tarla ve bahçe bitkilerinin yetiştirildiği topraklardan alınan örneklerdeki mikrofungus konsantrasyonları (kob g<sup>-1</sup>).

kob g<sup>-1</sup>: 1 g örnek başına düşen koloni oluşturan mikroorganizma sayısı

Figure 1. Microfungi concentrations in samples taken from soil where field and horticultural plants are grown (cfu g<sup>-1</sup>).

cfu g<sup>-1</sup>: Number of colony forming microorganisms per 1 g sample

Nicel analiz sonuçlarına göre, 1 g kuru toprağa karşılık gelen taze topraktaki mikrofungusların ortalama sayısı, patates bahçesinden alınan toprakta en yüksek, ayçiçeği yetiştirilen tarla toprağında ise en düşük düzeydedir. Mycelia Sterilia'ya ait mikrofunguslar toprak numunelerinden en çok izole edildi ve bunu sırasıyla *Penicillium*, *Acremonium*, *Aspergillus* ve

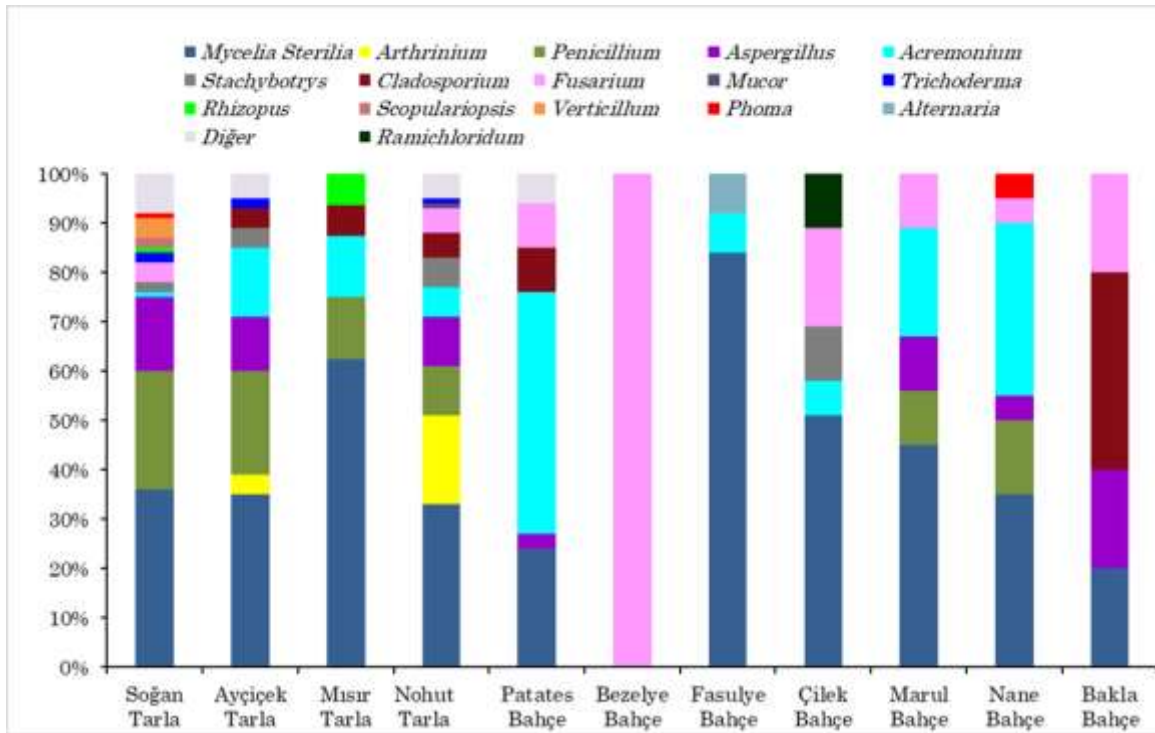
*Fusarium* cinsi mikrofunguslar izledi. Soğan tarlasının toprağı mikrofungus cinsi bakımından en fazla çeşitlilik gösterirken, bezelye bahçesinde en az çeşitlilik gözlemlendi. Spor oluşturmeyen mikrofunguslar olarak tanımlanan Mycelia Sterilia grubunu geleneksel yöntemlere dayanarak tanımlamak imkansızdır, tanımlanmaları için moleküler teknikler



kullanılabilir. Bu çalışmada yoğun olarak bulunmaları, birçok araştırmacının önerdiği gibi organik madde içeriği ve pH gibi çevresel faktörlerin etkisine bağlanabilir. Benzer çalışmalarda da toprak örneklerinde varlığı gösterilmiştir (Göçmen ve Özkan, 2002; Żukiewicz-Sobczak ve ark., 2013; Nosratabadi ve ark., 2017; Seth ve ark., 2018). Koz ve Güven (2014), Ekim ve Aralık aylarında buğday tarlalarından sayı ve çeşitlilik açısından en çok *Aspergillus*, *Fusarium* ve *Penicillium*; Oskay ve Şimşek (2017), Mayıs ayında karaçam ormanlarından aldıkları toprak örneklerinde sayı ve çeşitlilik açısından en çok *Penicillium*; Kara (2005), Kırklareli’nde ilkbahar ve sonbahar mevsiminde üç farklı orman bölgesinden aldığı toprak örneklerinden sayı ve çeşitlilik açısından en çok *Trichoderma*; İzgi ve Güven (2014) Kahramanmaraş orman alanından topladıkları toprak örneklerinden sayı ve çeşitlilik açısından en çok *Fusarium* cinsi mikrofungusları izole etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda mevsimlere bağlı olarak değişen iklim özellikleri ile mikrofungus sayıları arasında önemli ilişkiler bulunmuştur. Genel olarak, topraktaki fungus sayılarının yaz mevsiminde azaldığı (yetersiz nem), ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde arttığı (uygun sıcaklık ve nem), kış mevsiminde ise tekrar azaldığı (düşük sıcaklık) belirtilmektedir (Kara 2005).

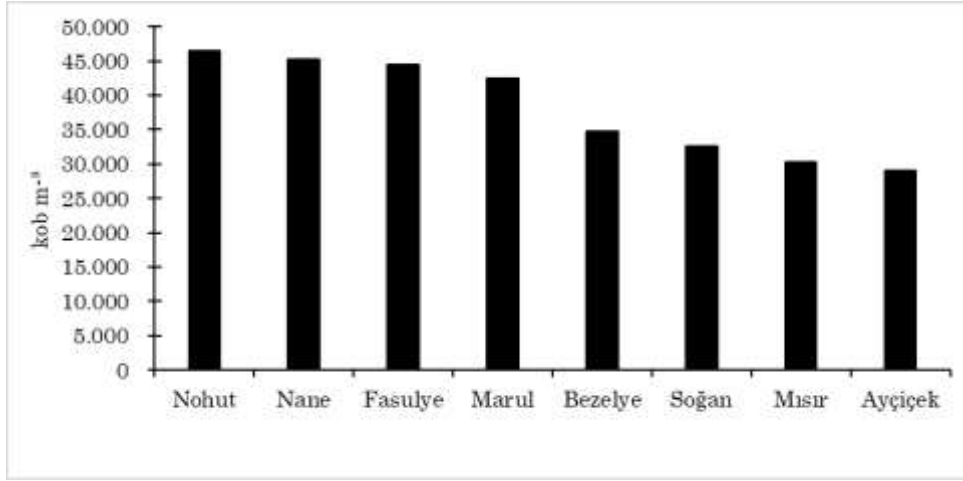
Farklı ürün ekimi yapılan tarla ve bahçe hava örneklerindeki mikrofungus konsantrasyonları (kob m<sup>-3</sup>) Şekil 3’de, cinslere göre dağılımları ise Şekil 4’de gösterildi.

Tarla bitkilerinin yetiştirildiği alanlardan alınan hava örneklerinde en fazla fungal spor 46.4x10<sup>3</sup> kob m<sup>-3</sup> ile nohut tarlasından, en az ise 29.1x10<sup>3</sup> kob m<sup>-3</sup> ile ayçiçek tarlasından izole edildi. İdentifikasyon sonuçlarına göre en fazla *Cladosporium* cinsine ait mikrofunguslar izole edilmiş olup, bunu sırasıyla *Mycelia Sterilia*, *Alternaria* ve *Stemphylium* takip etmiştir. Bahçe bitkilerinin olduğu tarlalardan alınan hava örneklerinden ise en yaygın olarak *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mycelia Sterilia* ve *Stemphylium* izole edildi. Tüm bitkilerin yetiştirildiği tarlaların havasında *Cladosporium* en baskın cins olarak bulundu. Benzer olarak; Şen ve Asan (2001) Edirne’deki sebze yetiştiriciliği yapılan tarım alanlarından yaptıkları hava örnekleme çalışmalarında *Cladosporium* cinsinin baskın türlerden biri olduğunu göstermişlerdir. Diğer bazı araştırmacıların yaptıkları atmosferik çalışmalarda da benzer cinsler izole edilmiştir (Adhikari ve ark., 2004; Okten ve ark., 2005; Çeter ve Pınar, 2009; Bülbül ve ark., 2011). Soğan ve mısır tarlasından alınan hava örneklerinde fungal çeşitlilik en fazla iken, en az çeşitlilik ise bakla ve nane bahçelerinden alınan hava örneklerinde gözlemlendi. Atmosferde sürekli olarak bulunan fungal sporların türü, konsantrasyonu ve kompozisyonunun; yerleşim bölgesinin özellikleri (bitki örtüsü, tarımsal ve hayvansal faaliyetler vs), meteorolojik ve iklimsel faktörler gibi birçok unsurdan etkilendiği bilinmektedir (Otağ ve ark., 2014).



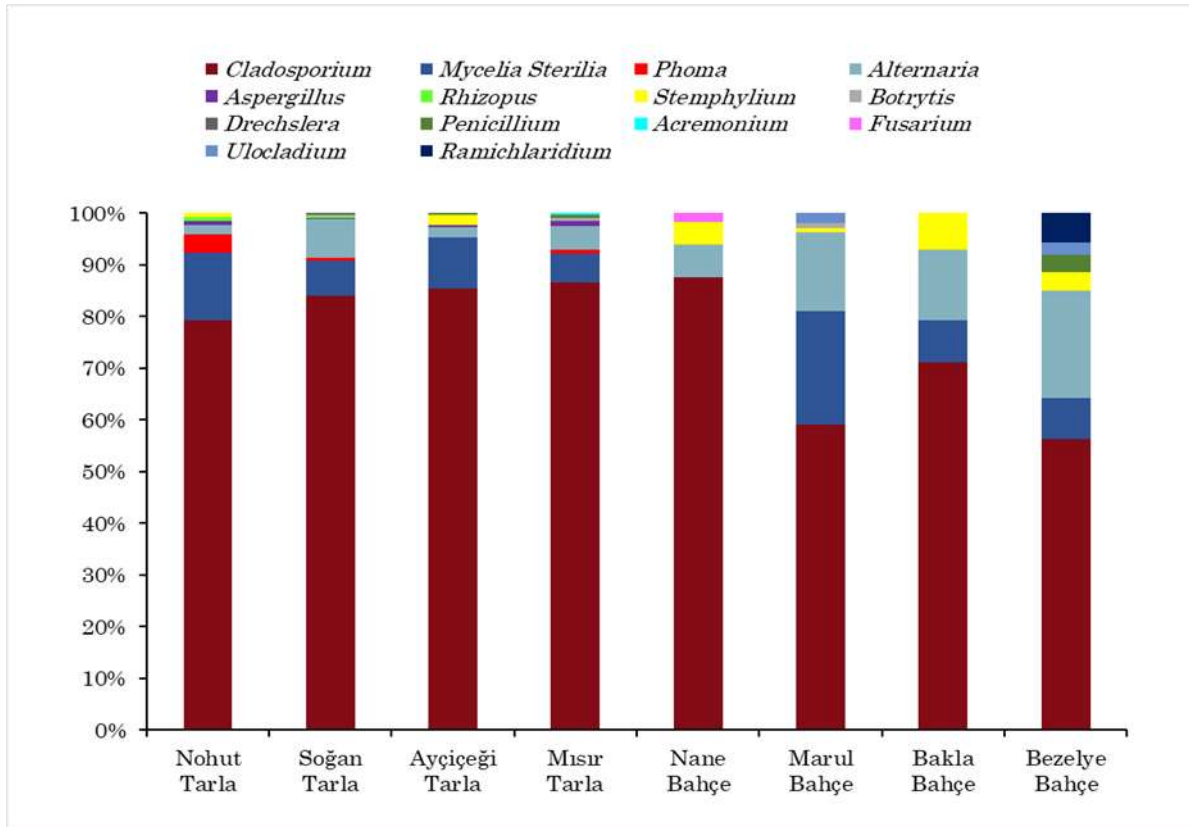
Şekil 2. Tarla ve bahçe bitkilerinin yetiştirildiği alanlardan alınan örneklerden teşhis edilen mikroorganizmaların bulunma oranı (%).

Figure 2. Ratio of microorganisms identified from samples taken from the fields where field and horticultural plants are grown (%)



Şekil 3. Tarla ve bahçe hava örneklerindeki mikrofungus konsantrasyonları (kob m<sup>-3</sup>).  
kob m<sup>-3</sup>: 1 m<sup>3</sup> örnek başına düşen koloni oluşturan mikroorganizma sayısı

Figure 3. Microfungi concentrations in field and garden air samples (cfu m<sup>-3</sup>).  
cfu m<sup>-3</sup>: Number of colony forming microorganisms per 1 m<sup>3</sup> sample



Şekil 4. Tarla ve bahçe hava örneklerinden izole edilen mikrofungusların bulunma oranları (%).  
Figure 4. Microfungi isolated from field and garden air samples (%).

Ayrıca ormanlık alanlara olan mesafeler de mantar sporlarının çeşitliliğini arttırmaktadır (Kireççi ve Alagöz, 2019). İmalı ve ark. (2008)'nin yaptıkları çalışmada yağmurun spor miktarını arttırdığı, yağmuru takip eden günlerde sıcaklık ve rüzgâr hızı artışının spor miktarını arttırdığı ve sıcaklığın 15°C'nin üstüne çıkmasının spor miktarını arttırdığı bilgilerine yer verilmiştir.

#### SONUÇ ve ÖNERİLER:

Sonuç olarak; Trakya Bölgesi'nde tarım önemli bir geçim kaynağıdır ve bu sebeple yetiştirilen ürünlerin verimi büyük önem taşımaktadır. Ürünün verimini etkileyen en önemli faktörlerden biri de mikrofunguslardır. Tarımsal alanlarda havayla taşınan fungal sporlar, patojen olması durumunda tarladaki ürüne bulaşarak hastalık oluşturabilmektedir. Yine üründe meydana gelen

fungus hastalıklar nedeni ile oluşan çok sayıda spor, havaya karışarak hava akımı yolu ile etrafa yayılarak diğer ürünlere bulaşabilir. Toprak mikroorganizmalarının sayısı, tür ve faaliyetlerindeki değişimler izlenerek toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki olumlu ve olumsuz gelişmeler önceden belirlenmeye çalışılmaktadır. Tarımsal arazilerde toprak ve hava mikrofungusları üzerine yapılan bu çalışma hem toprak kalitesi hem de ürün sağlığı açısından bir veri oluşturabilir.

### 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

- Adhikari A, Sen MM, Gupta-Bhattacharya S, Chanda S 2004. Airborne Viable, Non-Viable, and Allergenic Fungi in a Rural Agricultural Area of India: A 2-Year Study at Five Outdoor Sampling Stations. *Science of the Total Environment* 326(1-3): 123-141.
- Asan A, Ayan EG, Şen B, Ökten S 2018. Edirne ili Söğütlük Ormanı Toprağından İzole Edilen *Aspergillus* Türlerinin Biyoçeşitliliği. *Mantar Dergisi* 9(2): 126-141.
- Aydın MH 2015. Bitki Fungal Hastalıklarıyla Biyolojik Savaşta *Trichoderma*'lar. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 2(2): 135-148.
- Aydoğdu H 2016. Edirne İlinde Hasat Sonrası Depolanmış Buğdaylar Üzerinde Taşınan Mikrofungusların İzolasyon ve İdentifikasyonu. *Academic Food Journal Akademik Gıda* 14(4): 362-367.
- Aydoğdu H, Asan A 2008. Airborne Fungi in Child Day Care Centers in Edirne City, Turkey. *Environ Monit Assess* 147(1-3): 423-444.
- Barnett HL, Hunter BB 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (4th ed.) St Paul, Minnesota, USA.
- Başbülbul G, Bıyık H, Kalyoncu F, Kalmış E, Oryasın E 2011. Aydın, İzmir ve Manisa İllerinde Endüstriyel Atıksular ile Kirlenmiş Toprakların Mikrofungus Florasının Belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi* 20(80): 66-73.
- Boyacıoğlu H, Haliki A, Ates M, Guvensen A, Abacı Ö 2007. The Statistical Investigation on Airborne Fungi and Pollen Grains of Atmosphere in Izmir-Turkey. *Environmental monitoring and assessment* 135(1-3): 327-334.
- Bülbul AS, Çeter T, Hüseyin E 2011. Atmospheric Concentration of Fungus Spores in Kirsehir and The Effect of Meteorological Factors. *Asthma Allergy Immunology* 9(3): 154-165.
- Christensen M 1989. A View of Fungal Ecology. *Mycologia* 81(1): 1-19.
- Çakır M, Makineci E 2011. Toprak Faunası: Sınıflandırılması ve Besin Ağındaki Yeri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 61(2): 139-152.
- Çeter T, Pınar NM 2009. Türkiye'de Yapılan Atmosferik Fungus Spor Çalışmaları ve Kullanılan Yöntemler. *Astım Allerji Immunoloji* 7(1): 3-10.
- Ellis MB, Ellis JP 1997. *Microfungi on Land Plants. An Identification Handbook. Enlarged ed.* UK: Richmond.
- Fraç M, Hannula SE, Belka M, Jędryczka M 2018. Fungal Biodiversity and Their Role in Soil Health. *Frontiers in Microbiology* 9(1): 707.
- Garbeva P, Van Veen JA, Van Elsas JD 2004. Microbial Diversity in Soil: Selection of Microbial Populations by Plant and Soil Type and Implications for Disease Suppressiveness. *Annu Rev Phytopathol* 42(1): 243-270.
- Göçmen H, Özkan VK 2002. A Research on the Microfungal Flora of Some greenhouse Soils in the Vicinity of Lapseki Çanakkale, Turkey. *Mycopathologia*, 153(2): 103-112.
- Hasenekoğlu İ 1991. *Toprak Mikrofungusları. Cilt I-VII. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.*
- İmalı A, Yalçınkaya B, Koçak M, Koçer F 2008. Çorum İli Atmosferinde Hava ile Taşınan Allerjen Funguslar. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi* 6(3): 19-24.
- İzgi Ü, Güven Ö 2014. Kahramanmaraş Başkonuş Ormanlık Alanlarından İzole Edilen Entomopatojen Funguslar. *Bitki Koruma Bülteni* 54(3): 201-209.
- Kalyoncu F, Özer A 2017. Determination of Benomyl Sensitivity of Microfungi Isolated from Agricultural Areas. *Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology* 5(10): 1184-1188.
- Kara Ö 2005. Kuzey Trakya Dağlık Yetiştirme Ortamı Bölgesindeki Meşe, Kayın ve Karaçam Ormanlarındaki Toprak Mikrofungusları. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 6(2): 167-174.
- Kireççi E, Alagöz G 2019. Hava Kaynaklı Fungusların Tanısı ve Dağılımı. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi* 8(2): 75-80.
- Kocabaş A, Başkaya Y 2016. Topraktan İzole Edilen Mikroorganizmaların Antimikrobiyal Madde Üretim Potansiyellerinin Belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* 19(4): 393-398.
- Koz C, Güven Ö 2014. Kahramanmaraş Merkez Köylerindeki Buğday Tarlalarından İzole Edilen Entomopatojen Funguslar. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi* 5(1): 39-51.
- Negrete A, Valencia-Chin E, Acosta-Martínez V 2015. Soil Microbial Communities as Affected by a Commercial Organic Fertilizer and Sunn Hemp as a Cover Crop in Organic Sweet Pepper Production

- in Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 99(1): 53-57.
- Nosratabadi M, Kordbacheh P, Kachuei R, Safara M, Rezaie S, Afshari MA, Jafari H 2017. Isolation and Identification of Non-pathogenic and Pathogenic Fungi from the Soil of Greater Tunb, Abu-Musa and Sirri Islands, Persian Gulf, Iran. *Journal of Applied Biotechnology Reports* 4(4): 713-718.
- Ocak E, Demir S 2012. Toprak Verimliliği ve Bitki Gelişiminde Peyniraltı Suyu ve Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)'ün Önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 22(1): 48-55.
- Okur N, Kayıkcıoğlu HH, Ates F, Yağmur B 2016. A comparison of Soil Quality and Yield Parameters Under Organic and Conventional Vineyard Systems in Mediterranean Conditions (West Turkey). *Biological Agriculture & Horticulture* 32(2): 73-84.
- Orgiazzi A, Lumini E, Nilsson RH, Girlanda M, Vizzini A, Bonfante P, Bianciotto V 2012. Unravelling Soil Fungal Communities From Different Mediterranean Land-Use Backgrounds. *PloS ONE* 7(4): e34847.
- Oskay F, Şimşek Z 2017. Çankırı (Eldivan) Karaçam Orman Topraklarında Saptanan Mikrofunguslar. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi* 3(1): 23-38.
- Okten SS, Asan A, Tungan Y, Türe M 2005. Airborne Fungal Concentrations in East Patch of Edirne City (Turkey) in Autumn Using Two Sampling Methods. *Trakya University Journal of Science* 6(1): 97-106.
- Otağ F, Coşkun T, Direkel Ş, Özgür D Emekdaş G 2014. Hava Kaynaklı Aeroallerjen Fungus Sporlarının Konsantrasyonu ve Mevsimsel Dağılımı. *Türk Mikrobiyol Cem Derg* 44(1): 33-42.
- Özkan VK, Sülün Y 2014. Microfungal Contaminants on Mobile Phones of Health Services Vocational School Students in Marmaris, Turkey. *Mycopathologia* 177(1-2): 59-64.
- Sahu PK, Singh DP, Prabha R, Meena KK, Abhilash PC 2019. Connecting Microbial Capabilities With The Soil And Plant Health: Options For Agricultural Sustainability. *Ecological Indicators* 105(1): 601-612.
- Samson RA, Hoekstra ES, Frisvad JC, Filtenborg O 2002. *Introduction to Food and Airborne Fungi* (6th ed.) Utrecht, The Netherlands: Centraalbureauvoor Schimmelcultures.
- Savaş NG, Akgül DS, Albaz E, Savaş Y 2018. Asma Fidanı Üretim Parselinde Solarizasyon Uygulaması Öncesi ve Sonrası Toprak Mikrofunguslarının Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(4): 386-395.
- Schutter ME, Sandeno JM, Dick RP 2001. Seasonal, Soil Type, and Alternative Management Influences on Microbial Communities of Vegetable Cropping Systems *Biol Fertil Soils* 34(6): 397-410.
- Seth RK, Alam S, Shukla DN 2018. Detection of Soil Fungi from Wheat Cultivated Area. *Bangladesh J Agril Res* 43(1):149-157.
- Şen B, Asan A 2001. Airborne Fungi in Vegetable Growing Areas of Edirne, Turkey. *Aerobiologia* 17(1): 69-75.
- Şen B, Asan A 2009. Fungal Flora in Indoor and Outdoor Air of Different Residential Houses in Tekirdağ City (Turkey): Seasonal Distribution and Relationship with Climatic Factors. *Environ Monit Assess* 151(1-4): 209-219.
- Waksman SA 1922. A Method for Counting the Number of Fungi in the Soil. *Journal of Bacteriology* 7(3): 339.
- Żukiewicz-Sobczak WA, Cholewa G, Krasowska E, Chmielewska-Badora J, Zwoliński J, Sobczak P 2013. Rye grains and the soil derived from under the organic and conventional rye crops as a potential source of biological agents causing respiratory diseases in farmers. *Advances in Dermatology and Allergology* 30(6): 373-380.

## Çataldağ (Balıkesir-Susurluk) Çevresinin Carabidae, Staphylinidae, Elateridae, Cleridae, Cerambycidae ve Chrysomelidae (Coleoptera) Faunası Üzerine Çalışmalar

Sakin Vural VARLI<sup>1\*</sup>, Hakan SÜRGÜT<sup>2</sup>, Aylin TÜVEN<sup>3</sup>, Nicklas JANSSON<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Balıkesir, Türkiye, <sup>4</sup>Linköping University, IFM Biology, Conservation Ecology Group, Linköping, Sweden

<sup>1</sup><https://orcid.org/https://orcid.org/0000-0002-9851-3490>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-8252-9036>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-0603-3623>

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2800-3003>

✉: svarli@balikesir.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma 2017-2018 yıllarında Nisan-Kasım ayları arasında Balıkesir İli'nin Çataldağ çevresinde meşe ve kayın ormanlarının zeminde yaşayan kınkanatlı faunasının (Coleoptera) tespit edilebilmesi amacıyla bitki döküntülerinin Reitter kalburu ile elenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda Carabidae, Staphylinidae, Elateridae, Cleridae, Cerambycidae ve Chrysomelidae (Coleoptera) familyalarına bağlı 460 birey içerisinde 27 cins ait toplam 35 tür tespit edilmiştir. Bu türlerden 23'ü Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıt niteliği taşımaktadır. Bu türler içerisinde *Agriotes sputator* (Linnaeus, 1758), *A. acuminatus* (Stephens, 1830), *Ampedus praeustus* (Fabricius, 1792), *A. haemorrhoidalis* (Fabricius, 1801), *Calais parreysii* (Steven, 1829), *Cardiophorus nigerrimus* Erichson, 1840, *Lacon punctatus* (Herbst, 1779), *Pittonotus theseus* (Germar, 1817) (Elateridae), *Clerus mutillarius* Fabricius, 1775 (Cleridae), *Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758, *C. welensii* (Kuster, 1846), *Prionus coriarius* (Linnaeus, 1758), *Spondylis buprestoides* (Linnaeus, 1758) (Cerambycidae) saproksilik türlerdir. Ayrıca Elateridae ve Cerambycidae familyalarına ait 8 tür Akdeniz havzası ve Avrupa IUCN Kırmızı Listeleri içerisinde bulunmaktadır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 05.12.2019

Kabul Tarihi : 20.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

Coleoptera

Faunistik

Saproksilik

Kırmızı liste

Balıkesir

## Faunistic Studies on Carabidae, Staphylinidae, Elateridae, Cleridae, Cerambycidae and Chrysomelidae (Coleoptera) Families of Çataldağ (Balıkesir-Susurluk) Province, Western Turkey

### ABSTRACT

This study was conducted between April and November for two years in 2017-2018, by sifting plant debris (Reitter method) in order to identify the beetle fauna (Coleoptera) living on the ground in the old oak and beech forests around Balıkesir Province in Çataldağ. As a result of the study, a total of 35 species belonging to 27 genera were determined among 460 individuals belonging to Carabidae, Staphylinidae, Elateridae, Cleridae, Cerambycidae and Chrysomelidae (Coleoptera) families. 23 of these species are the first records for the local fauna of Balıkesir. Among these species, *Agriotes sputator* (Linnaeus, 1758), *A. acuminatus* (Stephens, 1830), *Ampedus praeustus* (Fabricius, 1792), *A. haemorrhoidalis* (Fabricius, 1801), *Calais parreysii* (Steven, 1829), *Cardiophorus nigerrimus* Erichson, 1840, *Lacon punctatus* (Herbst, 1779), *Pittonotus theseus* (Germar, 1817) (Elateridae), *Clerus mutillarius* Fabricius, 1775 (Cleridae), *Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758, *C. welensii* (Kuster, 1846), *Prionus coriarius* (Linnaeus, 1758), *Spondylis buprestoides* (Linnaeus, 1758) (Cerambycidae) are saproxylic species. Also, 8 species of *Elateridae* and *Cerambycidae* families are included in the Mediterranean Basin and European IUCN Red Lists

### Research Article

#### Article History

Received : 05.12.2019

Accepted : 20.02.2020

#### Keywords

Coleoptera

Faunistik

Saproxylic

Red list

Balıkesir

## GİRİŞ

Meşe ve kayın gibi geniş yapraklı orman ağacı türleri Avrupa'da zengin bir kınkanatlı faunasına sahip olmasına rağmen, Türkiye'de bu ağaç türlerinin barındırdığı kınkanatlı faunası yeterli düzeyde çalışılmamıştır. Ormanlık alanlar içerisinde yaşayan böcek türleri farklı mikrohabitatları tercih edebilmekte ve dikey olarak orman zemini üzerinden en yüksek ağaç tepesine kadar farklı biyotik ve abiyotik etkenlerin etkisi ile dağılım göstermektedir. Orman zemini üzerinde kök, kütük veya diğer çürümüş odunsu materyal ile organik döküntüler içerisinde yaşayan birçok kınkanatlı böcek türü bulunmaktadır. Ormanlık alanlar içerisindeki böcek çeşitliliğinin araştırılması için farklı çalışmalar yapılmaktadır. Daha önce bu kapsamda meşe ve kayın gibi geniş yapraklı ağaçlardan oluşan ormanlık alanlardaki kınkanatlıların farklı tuzaklama metodları (pencere ve çukur tuzak) ile tespit edilebilmesi için yapılan çalışmalardan bazıları: Jansson ve Coşkun, (2008), Atay ve ark., (2012), Mazur ve ark., (2013), Novak ve ark., (2014), Varlı ve ark., (2018), Platia ve ark., (2018) olarak verilebilir. Uluslararası Doğa Koruma Örgütü (IUCN) tarafından Avrupa ve Akdeniz havzasında tehdit ve tehlike altında bulunan böcek türleri için Kırmızı Listeler hazırlanarak belirlenen yaşam alanları, tehdit kategorileri ve koruma statüleri hakkında önemli bir veri tabanı oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu çalışma ile meşe ve kayın ormanlarındaki saproksilik kınkanatlı türlerinin tespit edilmesi ve yayılış alanlarına katkıda bulunularak Türkiye'nin batı ve güneybatısının'da aralarında bulunduğu Akdeniz havzası ormanlık alanlarındaki biyolojik çeşitliliğin belirlenmesi ve Kırmızı Liste çalışmalarına katkı verilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Çalışmanın ana materyalini Çataldağ (Balıkesir-Susurluk) çevresindeki meşe ve kayın ormanlarında 2017-2018 yıllarında Nisan-Kasım ayları arasında farklı yükseltilerden (536-973 m.) yaprak döküntüleri elenerek elde edilen örnek materyal oluşturmaktadır (Şekil 1A). Örneklemeler, sahasının genişliğinde düşünülerek rastgele parselasyon yöntemi kullanılarak belirlenen yerler arasındaki mesafe en az

20 metre olacak şekilde her bir çalışma sahasında 5 farklı eleme yapılarak gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1). Yaprak döküntüsüne kompostelemesi için bir sapa monte edilmiş, çapı 28 cm ve tel aralığı 8x 8 mm olan iki çemberden oluşan Reitter Kalburu adı verilen eleme aracı kullanılmıştır (Şekil 1B). Çalışma orman zemininde bulunan çürümüş ve döküntü bitki örtüsü ile beraber toprak yüzeyi 1 cm derinlikte kazılarak alınan örneklerin elenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Elenen materyal 2 litrelik plastik kaplara alınarak içerisine hacimsel olarak 1:1 oranında etilen glikol-su çözeltisi eklenmiş ve etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Yaz aylarında yeterli örnekleme yapılabilmesi için çalışma alanının uygun yerleri bir ay önce zeminden itibaren aşağıya doğru 20-30 cm kazılarak yaprak döküntüleri ile sıkıştırılmıştır. Daha sonra bu alan üzerine su dökülerek kompost hazırlanmış ve elemeler bu alandan yapılmıştır. Çalışma sonucunda tespit edilen saproksilik kınkanatlı türlerin Avrupa ve Akdeniz havzası Kırmızı Liste sınıfları için Uluslararası Doğa Koruma Örgütü (IUCN) öncülüğünde yapılan araştırmaların sonuçları kullanılmıştır (García ve ark., 2018; Cáliz ve ark., 2018). IUCN Kırmızı Liste sınıfları, küresel tükenme riskleri yüksek olan türleri sınıflandırmak için kolayca anlaşılabilir bir sistem olarak tasarlanmıştır. Tehdit altındaki türler için 3 farklı sınıflandırma ölçütü kullanılmıştır. Bunlar; Kritik (CR), Tehlikede (EN) ve Duyarlı (VU) şeklinde sınıflandırılmıştır. Tehdit altındaki sınıflandırma kategorilerinde yer almayan ve yakın gelecekte tehdit altına girmeye yakın türler için Tehdite Yakın (NT), geniş yayılışlı türler için Düşük Riskli (LC), yayılışları konusunda yeterli verinin bulunmadığı türler için Yetersiz Verili (DD) ve henüz ölçütlere göre değerlendirilmemiş türler için Değerlendirilmemiş (NE) sınıflandırmaları yapılmıştır (Stokland, 2012).

## BULGULAR

Bu çalışmanın sonucunda Çataldağ (Balıkesir-Susurluk)'da 2017-2018 yıllarında Nisan-Kasım ayları arasında belirlenen meşe ve kayın ormanlarının zeminindeki döküntüler elenerek altı familyaya bağlı 460 birey içerisinde 27 cinse ait toplam 35 kınkanatlı (Coleoptera) türü tespit edilmiştir. Her

Çizelge 1. Çataldağ (Balıkesir-Susurluk) çalışma alanlarına ait bilgiler

Table 1. The information belonging to Çataldağ study fields

| Numara (Number)     | Lokalite (Locality)    | Koordinat (Coordinate) | Rakım (Altitude) | Döküntü tipi (Debris type) |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------|----------------------------|
| Eleme 1 (Sifting 1) | Orman Havuzu Mevkii    | 39°52'33"K28°15'15"D   | 609 m.           | <i>Quercus sp.</i>         |
| Eleme 2 (Sifting 2) | Orman Çeşmesi Mevkii   | 39°57'13"K28°15'05"D   | 973 m.           | <i>Fagus orientalis</i>    |
| Eleme 3 (Sifting 3) | Orman Yolu Mevkii      | 39°58'02"K28°16'07"D   | 863 m.           | <i>Fagus orientalis</i>    |
| Eleme 4 (Sifting 4) | Orman Su Deposu Mevkii | 39°56'31"K28°12'02"D   | 575 m.           | <i>Quercus sp.</i>         |
| Eleme 5 (Sifting 5) | Çataldağ Barajı Mevkii | 39°57'50"K28°18'15"D   | 536 m.           | <i>Quercus sp.</i>         |



Şekil 1. A. Çalışma alanlarının genel görünümü B. Eleme metodu  
Figure 1. A. The Map of the study fields B. Sifting method

türe ait materyalin, toplandığı yer, döküntü tipi, tarih, yakalanan türlere ait birey sayıları, yeni lokalite kayıtları ve tespit edilen bazı saproksilik kınkanatlı türlerine ait IUCN Kırmızı Liste sınıflarına aşağıda verilmektedir.

#### Familiya: *Carabidae*

**Tür:** *Acupalpus meridianus* (Linnaeus, 1761)

**İncelenen materyal:** *Susurluk, F. orientalis*, 16.08.2017, E2, 4 örnek; *Quercus sp.*, 28.09.2018, E4, 6 örnek. Toplam 10 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Ankara, Antalya, İstanbul, Kars, Kastamonu, Niğde, Ordu ve Tokat (Jaeger, 2011; Dikmen ve Özuluğ, 2018). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Amara aenea* (De Geer, 1774)

**İncelenen materyal:** *Susurluk, F. orientalis*, 23.08.2017, E2, 9 örnek; *F. orientalis*, 14.10.2017, E3, 10 örnek; *F. orientalis*, 21.07.2017, E2, 5 örnek; *Quercus sp.*, 29.09.2017, E4, 11 örnek; Toplam 35 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Küçükaykay ve ark., 2013; Fidan ve ark., 2014; Dikmen ve Özuluğ, 2018).

**Tür:** *Amblystomus niger* (Heer, 1841)

**İncelenen materyal:** *Susurluk, Quercus sp.*, 30.05.2017, E5, 5 örnek; *Quercus sp.*,

15.11.2017, E1, 7 örnek; *Quercus sp.*, 29.07.2018, E5, 3 örnek; *F. orientalis*, 15.06.2018, E2, 3 örnek; Toplam 18 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Kütahya (Tezcan ve ark., 2018). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Anchomenus dorsalis* (Pontoppidan, 1763)

**İncelenen materyal:** *Susurluk, F. orientalis*, 23.08.2017, E3, 5 örnek; *F. orientalis*, 29.07.2018, E3, 5 örnek; *Quercus sp.*, 30.10.2018, E4, 3 örnek, Toplam 13 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Adana, Ankara, Ardahan, Artvin, Burdur, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Iğdır,

Isparta, Kars, Konya, Muğla ve Trabzon (Kara, 2016). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Brachinus crepitans* (Linnaeus, 1758)

**İncelenen materyal:** *Susurluk, Quercus sp.*, 16.08.2017, E1, 3 örnek; *Quercus sp.*, 30.05.2017, E5, 3 örnek; *Quercus sp.*, 28.09.2018, E1, 3 örnek; *Quercus sp.*, 17.08.2018, E4, 7 örnek; Toplam 16 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Amasya, Antalya, Artvin, Bitlis, Bolu, Burdur, Çankırı, Erzurum, Giresun, İzmir, Kahramanmaraş, Kastamonu, Konya ve Sinop (Avgın, 2006; Tezcan ve ark., 2007; Tezcan ve ark., 2010; Kocatepe, 2011; Tezcan ve ark., 2018). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Brachinusexplodens* Duftschmid, 1812

**İncelenen materyal:** *Susurluk, F. orientalis*, 21.07.2017, E2, 8 örnek; *Quercus sp.*, 16.08.2017, E4, 3 örnek; *Quercus sp.*, 11.09.2018, E1, 6 örnek. Toplam 17 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Sürgüt ve Varlı, 2012; Tezcan ve ark., 2018; Şenyüz ve ark., 2019).

**Tür:** *Calathusfuscipes* (Goeze, 1777)

**İncelenen materyal:** *Susurluk, Quercus sp.*, 16.08.2017, E4, 5 örnek; *Quercus sp.*, 29.09.2017, E5, 5 örnek; *F. orientalis*, 20.07.2018, E2, 5 örnek; Toplam 15 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Ankara, Eskişehir, Kayseri ve Sivas (Fidan ve ark., 2014). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Carabusconvexus* Fabricius, 1775

**İncelenen materyal:** *Susurluk, Quercus sp.*, 30.05.2017, E1, 6 örnek; *Quercus sp.*, 16.08.2017, E1, 7 örnek; *Quercus sp.*, 24.06.2017, E1, 3 örnek; *F. orientalis*, 23.08.2017, E2, 4 örnek; *F. orientalis*, 05.09.2018, E3, 5 örnek; Toplam 25 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Genellikle Karadeniz ve Marmara bölgeleri ile Kırklareli'de yayılış göstermektedir (Kocatepe, 2011; Göktürk ve Çelik, 2017; Tezcan ve ark., 2018). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Carabus coriaceus* Linnaeus, 1758

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *F. orientalis*, 24.06.2017, E2, 4 örnek; *F. orientalis*, 21.07.2017, E3, 3 örnek; *Quercus* sp., 23.08.2017, E4, 14 örnek. Toplam 21 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Batı Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde yayılış göstermektedir (Sürgüt ve Varlı, 2012; Göktürk ve Çelik, 2017). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Carabus gotschi* Chaudoir, 1846

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *Quercus* sp., 16.08.2017, E1, 8 örnek; *F. orientalis*, 15.09.2017, E2, 14 örnek; *F. orientalis*, 24.06.2017, E3, 2 örnek; *Quercus* sp., 15.09.2017, E4, 3 örnek; Toplam 27 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Türkiye (Avgın ve Cavazzuti, 2011) ve Isparta (Ortaç ve ark., 2015). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Laemostenus venustus* (Dejean, 1828)

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *F. orientalis*, 24.06.2017, E2, 5 örnek; *Quercus* sp., 17.08.2018, E1, 5 örnek; *F. orientalis*, 29.07.2018, E2, 5 örnek. Toplam 15 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Burdur ve Kahramanmaraş (Avgın, 2006; Tezcan ve ark., 2018). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Nebria brevicollis* (Fabricius, 1792)

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *F. orientalis*, 29.09.2017, E2, 6 örnek; *Quercus* sp., 24.06.2017, E4, 6 örnek. Toplam 12 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Sürgüt ve Varlı, 2012; Tezcan ve ark., 2018). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Notiophilus rufipes* Curtis, 1829

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *F. orientalis*, 15.09.2017, E3, 3 örnek; *Quercus* sp., 30.05.2017, E4, 7 örnek; Toplam 10 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Kahramanmaraş (Avgın, 2006). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Olisthopus sturmii* (Duftschmid, 1812)

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *Quercus* sp., 21.07.2017, E1, 4 örnek; *Quercus* sp., 21.07.2017, E4, 8 örnek; *F. orientalis*, 28.09.2018, E2, 3 örnek. Toplam 15 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Ardahan, Erzurum (Kesdek, 2007). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Porotachys ottomanus* Schweiger, 1968

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *F. orientalis*, 24.06.2017, E3, 4 örnek; *Quercus* sp., 16.08.2017, E5, 1 örnek. Toplam 5 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Türkiye (Casale ve Taglianti, 1999). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Trechusquadristriatus* (Schrank, 1781)

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *Quercus* sp., 24.06.2017,

E1, 5 örnek; *F. orientalis*, 11.09.2018, E2, 1 örnek. Toplam 6 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Özgen ve ark., 2017). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Familya:** Staphylinidae

**Tür:** *Ocypusmus* (Brullé, 1832)

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *Quercus* sp., 30.05.2017, E1, 8 örnek; *Quercus* sp., 16.08.2017, E1, 16 örnek; *F. orientalis*, 21.07.2017, E2, 10 örnek; Toplam 34 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Varlı ve ark., 2018).

**Tür:** *Ocypus sericeicollis* (Ménétriés, 1832)

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *Quercus* sp., 24.06.2017, E1, 6 örnek; *Quercus* sp., 14.10.2017, E1, 3 örnek; *F. orientalis*, 16.08.2017, E2, 8 örnek; *Quercus* sp., 16.08.2017, E4, 3 örnek; *Quercus* sp., 30.05.2017, E5, 5 örnek. Toplam 25 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Varlı ve ark., 2018).

**Tür:** *Ocypus curtipennis* Motschulsky, 1849

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *Quercus* sp., 23.08.2017, E1, 4 örnek; *Quercus* sp., 24.06.2017, E1, 8 örnek; *F. orientalis*, 15.09.2017, E2, 4 örnek; *Quercus* sp., 15.09.2017, E4, 5 örnek; *Quercus* sp., 16.08.2017, E4, 4 örnek. Toplam 25 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Varlı ve ark., 2018).

**Tür:** *Ocypus orientis* Smetana & Davies, 2000

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *Quercus* sp., 23.08.2017, E1, 5 örnek; *Quercus* sp., 15.09.2017, E1, 6 örnek; *F. orientalis*, 29.09.2017, E2, 1 örnek; *F. orientalis*, 03.05.2017, E3, 5 örnek; *F. orientalis*, 03.08.2018, E3, 3 örnek. Toplam 20 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Balıkesir, Bursa, Isparta, İzmir ve Manisa (Anlaş, 2009; Anlaş ve Rose, 2009; Japoshvili ve Anlaş, 2011; Özgen ve ark., 2017).

**Tür:** *Platydracus chalcocephalus* (Fabricius, 1801)

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *Quercus* sp., 24.06.2017, E1, 4 örnek; *F. orientalis*, 30.05.2017, E2, 1 örnek; *Quercus* sp., 15.09.2017, E4, 2 örnek; *Quercus* sp., 16.08.2017, E5, 3 örnek; Toplam 10 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** İzmir, Konya, Mersin ve Trabzon (Yüksel ve Akbulut, 2005; Anlaş, 2009; Assing, 2009). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Familya:** Elateridae

**Tür:** *Agriotes sputator* (Linnaeus, 1758)

**İncelenen materyal:** *Susurluk*, *Quercus* sp., 03.05.2017, E1, 3 örnek; *Quercus* sp., 24.06.2017, E4, 2 örnek; *Quercus* sp., 16.08.2017, E5, 3 örnek; *F. orientalis*, 15.06.2018, E2, 1 örnek; *Quercus* sp., 30.05.2018, E4, 1 örnek; Toplam 10 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Türkiye'de geniş bir



yayılışa sahiptir (Gülperçin ve Tezcan, 2010; Kabalak ve Sert, 2011). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Agriotes acuminatus* (Stephens, 1830)

**İncelenen materyal:**Susurluk, *F. orientalis*, 16.08.2017, E3, 2 örnek; *Quercus* sp.,

15.09.2017, E4, 1 örnek; *Quercus* sp.,20.07.2018, E1, 1 örnek; *F. orientalis*, 11.10.2018, E3, 2 örnek, Toplam 6 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Aydın, Bolu, İzmir, Kastamonu ve Sinop (Gülperçin ve Tezcan, 2015). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Ampedus praeustus* (Fabricius, 1792)

**İncelenen materyal:**Susurluk, *F. orientalis*, 21.07.2017, E2, 1 örnek; *F. orientalis*, 11.11.2017, E3, 1 örnek; *Quercus* sp.,23.08.2017, E4, 1 örnek; *Quercus* sp., 29.07.2018, E1, 1 örnek; *F. orientalis*, 15.06.2018, E2, 1 örnek, Toplam 5 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bolu (Gülperçin ve ark., 2018). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**IUCN Avrupa Kırmızı Liste kategorisi:** LC

**Tür:** *Athous haemorrhoidalis* (Fabricius, 1801)

**İncelenen materyal:**Susurluk, *F. orientalis*, 23.08.2017, E3, 1 örnek; *F. orientalis*, 28.09.2018, E2, 1 örnek, Toplam 2 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:**Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Gülperçin ve Tezcan, 2010; Gülperçin ve ark., 2018).

**Tür:** *Calais parreysii* (Steven, 1829)

**İncelenen materyal:**Susurluk, *Quercus* sp.,15.09.2017, E1, 1 örnek; *Quercus* sp., 16.08.2017, E4, 1 örnek; *Quercus* sp.,24.06.2017, E5, 1 örnek; *Quercus* sp., 15.06.2018, E4, 1 örnek, Toplam 4 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Antalya, Aydın, Balıkesir, Bursa, Isparta, İstanbul, İzmir, Karaman, Mersin ve Muğla (Gülperçin ve Tezcan, 2015; Gülperçin ve ark., 2018).

**IUCN Avrupa ve Akdeniz Kırmızı Liste kategorisi:** NT

**Tür:** *Cardiophorus nigerrimus* Erichson, 1840

**İncelenen materyal:**Susurluk, *Quercus* sp., 23.08.2017, E1, 1 örnek; *Quercus* sp., 24.06.2017, E4, 1 örnek; *Quercus* sp., 11.09.2018, E1, 1 örnek, Toplam 3 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Kastamonu (Gülperçin ve ark., 2018). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**Tür:** *Lacon punctatus* (Herbst, 1779)

**İncelenen materyal:**Susurluk, *Quercus* sp.,21.07.2017, E1, 4 örnek; *Quercus* sp., 30.05.2017, E1, 6 örnek; *F. orientalis*, 16.08.2017, E2, 5 örnek; *F. orientalis*, 24.06.2017, E3, 1 örnek. Toplam 16 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Adana, Adapazarı, Artvin, İstanbul, İzmir, Karaman, Manisa (Gülperçin ve

Tezcan, 2010; Gülperçin ve ark., 2018).Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**IUCN Avrupa ve Akdeniz Kırmızı Liste kategorisi:** LC

**Tür:** *Pittonotus theseus* (Germar, 1817)

**İncelenen materyal:**Susurluk, *F. orientalis*, 16.08.2017, E2, 4 örnek; *Quercus* sp., 15.06.2018, E1, 5 örnek; *F. orientalis*, 17.08.2018, E2, 2 örnek; *Quercus* sp., 29.VII.2018, E5, 1 örnek, Toplam 12 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Gülperçin ve Tezcan, 2010; Gülperçin ve ark., 2018).

**IUCN Akdeniz Kırmızı Liste kategorisi:** LC

**Familya:** Cleridae

**Tür:** *Clerus mutillarius* Fabricius, 1775

**İncelenen materyal:**Susurluk, *Quercus* sp.,16.08.2017, E1, 1 örnek; *F. orientalis*, 03.05.2017, E2, 1 örnek; *Quercus* sp.,27.10.2017, E4, 1 örnek; *Quercus* sp., 23.08.2017, E5, 2 örnek; *F. orientalis*, 15.05.2018, E3, 1 örnek. Toplam 6 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Artvin, Balıkesir, Giresun ve Isparta (Yüksel, 1998; Sarıkaya ve Avcı, 2009; Cebeci ve Baydemir, 2018).

**Familya:** *Cerambycidae*

**Tür:** *Cerambyx cerdo* Linnaeus, 1758

**İncelenen materyal:** Susurluk, *Quercus* sp.,21.07.2017, E1, 2 örnek; *F.orientalis*, 30.05.2017, E2, 1 örnek; *F.orientalis*, 17.08.2018, E2, 1 örnek; *Quercus* sp., 29.07.2018, E4, 2 örnek, Toplam 6 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Varlı ve ark., 2019).

**IUCN Akdeniz Kırmızı Liste kategorisi:** LC

**IUCN Avrupa Kırmızı Liste kategorisi:** NT

**Tür:** *Cerambyx welensii* (Kuster, 1846)

**İncelenen materyal:** Susurluk, *Quercus* sp.,21.07.2017, E1, 2 örnek; *F.orientalis*, 30.05.2017, E2, 2 örnek; *Quercus* sp., 29.07.2018, E4, 1 örnek, Toplam 5 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Güney Anadolu ve Türkiye'nin batı yarısında oldukça yaygındır (Varlı ve ark., 2019).

**IUCN Akdeniz ve Avrupa Kırmızı Liste kategorisi:** NT

**Tür:** *Prionus coriarius* (Linnaeus, 1758)

**İncelenen materyal:**Susurluk, *Quercus* sp.,15.09.2017, E1, 1 örnek; *F.orientalis*, 21.07.2017, E3, 2 örnek; *F.orientalis*, 30.11.2018, E2, 1 örnek, Toplam 4 örnek.

**Türkiye'deki yayılışı:** Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Varlı ve ark., 2019).

**IUCN Avrupa Kırmızı Liste kategorisi:** LC

**IUCN Akdeniz Kırmızı Liste kategorisi:**NE

**Tür:***Spondylisbuprestoides*(Linnaeus, 1758)

**İncelenen materyal:**Susurluk, *Quercus* sp.,21.07.2017,

E1, 1 örnek; *F.orientalis*, 30.05.2017, E2, 1 örnek; *F.orientalis*, 17.08.2018, E2, 1 örnek; *Quercus* sp., 29.07.2018, E4, 1 örnek, Toplam 4 örnek.

Türkiye'deki yayılışı: Ankara, Artvin, Bolu, Bursa, İstanbul, Karabük, Kars, Sinop ve Trabzon (Özdikmen ve Turgut, 2006; Özdikmen, 2011). Bu tür Balıkesir İli yerel faunası için ilk kayıttır.

**IUCN Avrupa Kırmızı Liste kategorisi:** LC

**Familya:** *Chrysomelidae*

**Tür:** *Chrysomela populi* Linnaeus, 1758

**İncelenen materyal:** **Susurluk**, *Quercus* sp., 24.06.2017, E1, 1 örnek; *F. orientalis*, 16.08.2017, E2, 1 örnek; *F. orientalis*, 14.10.2017, E3, 2 örnek; *F. orientalis*, 30.05.2018, E2, 1 örnek; *F. orientalis*, 17.08.2018, E3, 1 örnek, Toplam 6 örnek.

Türkiye'deki yayılışı: Bu tür Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir (Ünal ve ark., 2016).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Akdeniz havzası, 24 farklı ülkenin ortak bir deniz ile bağlantılı olduğu ve dünyada yer alan 34 biyolojik çeşitlilik noktası içerisinde ikinci en büyük sıcak bölgedir (García ve ark., 2018). Bu çeşitliliğin yanında Akdeniz'de saproksilik böceklerin yaşam alanı ve türlerin devamı için taşıdıkları risk oranının Avrupa'dan daha fazla olduğu bildirilmektedir (García ve ark., 2018). Uluslararası Doğa Koruma Örgütü (IUCN) tarafından 2018 yılında Akdeniz havzasındaki saproksilik kınkanatlı (Coleoptera) türleri üzerine yayımlanan çalışma sonuçları incelendiğinde Türkiye için sınırlı alanlardaki bilgiler dışında yeterli verinin olmadığı görülmektedir (García ve ark., 2018). Son yıllarda ormancılık uygulamaları, artan nüfus ve diğer beşeri faktörlerin etkisi ile ormancılık alanların yapısı ve doğallığı bozulmaktadır (Stokland ve ark., 2012).

Çizelge 2 Tespit edilen bazı saproksilik türlerin IUCN kategorileri

Table 2. IUCN categories of some identified ssaproxylic beetles

| Tür ( <i>Species</i> )                         | IUCN Kırmızı Liste (Akdeniz)<br>( <i>IUCN Red List (Mediterranean)</i> ) | IUCN Kırmızı Liste (Avrupa)<br>( <i>IUCN Red List (European)</i> ) |
|--|--|--|
| <i>Ampedus praeustus</i> (Fabricius, 1792)     | -  | LC   |
| <i>Calais parreysii</i> (Steven, 1829)         | NT   | NT   |
| <i>Lacon punctatus</i> (Herbst, 1779)          | LC   | LC   |
| <i>Pittonotus theseus</i> (Germar, 1817)       | LC   | -  |
| <i>Cerambyx cerdo</i> Linnaeus, 1758           | LC   | NT   |
| <i>Cerambyx welensii</i> (Kuster, 1846)        | NT   | NT   |
| <i>Prionus coriarius</i> (Linnaeus, 1758)      | NE   | LC   |
| <i>Spondylis buprestoides</i> (Linnaeus, 1758) | -  | LC   |

*C. parreysii* (Steven, 1829) (Elateridae) Akdeniz ve Avrupa Kırmızı Listelerinde yakın tehdit altında (NT) bulunan ve koruma altına alınması gerekli olan türlerdir (García ve ark., 2018; Cáliz ve ark., 2018) (Çizelge 2). Bu çalışma daha çok orman zeminindeki kınkanatlı türlerinin tespit edilmesine yönelik olarak yapılmıştır. 31 tür hem kayın hem de meşe yaprak

Bozulan alanlarda sadece oduna bağımlı türler değil aynı zamanda besin zincirine bağlı olarak yaşayan türlerde bu durumdan etkilenmektedir.

Çalışma sonucunda *A. sputator* (Linnaeus, 1758), *A. acuminatus* (Stephens, 1830), *A. praeustus* (Fabricius, 1792), *A. haemorrhoidalis* (Fabricius, 1801), *C. parreysii* (Steven, 1829), *C. nigerrimus* Erichson, 1840, *L. punctatus* (Herbst, 1779), *P. theseus* (Germar, 1817) (Elateridae), *C. mutillarius* Fabricius, 1775 (Cleridae), *C. cerdo* Linnaeus, 1758, *C. welensii* (Kuster, 1846), *P. coriarius* (Linnaeus, 1758) ve *S. buprestoides* (Linnaeus, 1758)(Cerambycidae) saproksilik kınkanatlı (Coleoptera) türleri belirlenmiştir. Bu türler içerisinde *A. haemorrhoidalis* (Fabricius, 1801) sadece kayın (*F.orientalis*) ormanlarındaki bitki döküntülerinden, *C. parreysii*(Steven, 1829)ve *C. nigerrimus*Erichson, 1840ise sadece meşe ormanlarındaki bitki döküntülerinin elenmesi ile (*Quercus* spp.) tespit edilmiştir. Tespit edilen saproksilik kınkanatlılar arasında *A. praeustus* (Fabricius, 1792), *A. haemorrhoidalis* (Fabricius, 1801), *C. nigerrimus* Erichson, 1840, *L. punctatus* (Herbst, 1779) (Elateridae) ve *C. mutillarius* Fabricius, 1775 (Cleridae) predator, *C. cerdo* L., 1758, *C. welensii* (Kuster, 1846), *P. coriarius* (L., 1758) ve *S. buprestoides* (L., 1758) türleri zilofag beslenme rejimine sahiptir (Carpaneto ve ark., 2015). Bu çalışma ile ayrıca Avrupa ve Akdeniz havzası IUCN Kırmızı Listelerinde yer alan 8 tür belirlenmiştir(García ve ark., 2018; Cáliz ve ark., 2018)(Çizelge 2). Bu türlerden hem meşe hem de kayın ormanlarındaki döküntü elemeleri sonucunda tespit edilen *C. cerdo* Linnaeus, 1758 ve *C. welensii* (Kuster, 1846)(Cerambycidae) ile sadece meşe ormanlarındaki döküntülerin elenmesi ile saptanan

döküntülerinin elenmesi ile tespit edilmiştir. Sadece 4 tür, *A. haemorrhoidalis* (*F. orientalis*), *C. nigerirmus* (*Quercus* sp.), *C. parreysii* (*Quercus* sp.) ve *B. crepitans* (*Quercus* sp.) tek bir orman döküntü tipinde tespit edilmiştir. Özellikle meşelerin uzun ömürlü olmaları ve çürüme süreçlerinde çok çeşitli tür kompozisyonlarına sahip olması faunistik açıdan

zenginlik sağlamaktadır. Buna karşın çalışma sonucunda elde edilen türler incelendiğinde kayın ağaçları gibi farklı geniş yapraklı ağaç türlerinde kınkanatlı faunası açısından üzerinde çalışılması, ormanlık alanların böcek faunasının biyolojik çeşitliliğine katkı sağlaması açısından önemli görülmektedir.

### TEŞEKKÜR

Tüm yazarlar olarak örneklerin teşhis edilmesinde değerli katkılarından dolayı Prof.Dr. Serdar Tezcan, Dr. Nilay Gülperçin ve Dr. Boris M. Kataev'e teşekkür ederiz. Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi Koordinatörlüğünde 2016/03-09 no'lu proje ile desteklenmiştir.

### 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

Anlaş S 2009. Distributional Checklist of the Staphylinidae (Coleoptera) of Turkey, With New and Additional Records, *Linzer Biologie Beiträge*, 41: 215-342.

Anlaş S, Rose A 2009. Some Additional Notes about Staphylinidae (Coleoptera: Staphylinidae) Fauna of Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 4 (2): 327-333.

Assing V 2009. On the Staphylinidae of Turkey VI. Thirteen New Species and Additional Records (Coleoptera: Staphylinidae). *Kol. Rund.*, 79: 117-172.

Atay E, Jansson N, Gürkan T 2012. Saproxylic Beetles on Old Hollow Oaks (*Quercus* spp.) in A Small Isolated Area in Southern Turkey. *Zoology in the Middle East*, 57: 105-114.

Avgın SS 2006. Distribution and Diversity of Ground Beetles in Başkonuş Mountain National Park of Turkey. *Jour. of Enviromen. Biology*, 27(3): 515-521.

Avgın SS, Cavazutti P 2011. The Studies Made on Turkish Carabinae With Checklist and Bibliography (Coleoptera, Carabidae). *Jour. of Turk. Zoo*, 35(3): 403-432.

Cálix M, Alexander KNA, Nieto A, Dodelin B, Soldati F, Telnov D, Vazquez-Albalade X, Aleksandrowicz O, Audisio P, Istrate P, Jansson N, Legakis A, Liberto A, Makris C, Merkl O, Mugerwa Pettersson R, Schlaghamersky J, Bologna MA, Brustel H, Buse J, Novak V, Puchart L 2018. Supplementary Material to the IUCN European Red List of Saproxylic Beetles, <http://www.iucnredlist.org/initiatives/europe/publications>.

Carpaneto GM, Baviera C, Biscaccianti AB, Brandmayr P, Mazzei A, Mason F, Battistoni A, Teofili C, Rondinini C, Fattorini S, Audisio P 2015. A Red List of Italian Saproxylic Beetles: Taxonomic Overview, Ecological Features and Conservation Issues (Coleoptera), *Fragmenta Entomologica*, 47(2): 53-126.

Casale, A., Taglianti, V., 1999. Caraboid Beetles (excl. Cicindelidae) of Anatolia, and Their Biogeographical Significance (Coleoptera, Caraboidea). *Biographia, Lavori della Società Italiana di Biogeografia*, Siena, Italy, 20: 277-406.

Cebeci HH, Baydemir M 2018. Predators of bark beetles (Coleoptera) in the Balıkesir region of Turkey", *Revista Colombiana de Entomologia*, 44: 283-287.

Dikmen F, Özuluğ O 2018. Insect (Coleoptera and Orthoptera) Species of İstanbul in the Zoology Collection of İstanbul University, *Turkish Journal of Biosciences and Collections*, 2(1): 27-43.

Fidan EC, Şirin Ü, Kısım E, Destire C, Çalışkan H 2014. Contribution to The Knowledge of Carabidae Fauna from Eskişehir Osmangazi University Meşelik Campus. *Munis Entomology and Zoology*, 9 (1): 258-26.

García N, Numa C, Bartolozzi L, Brustel H, Buse J, Norbiato M, Recalde JI, Zapata JL, Dodelin B, Alcázar E, Barrios V, Verdugo A, Audisio P, Micó E, Otero JC, Bahillo P, Viñolas A, Valladares L, Méndez M, Antry SE, Galante E 2018. The Conservation Status and Distribution of Mediterranean Saproxylic Beetles. IUCN, Gland, Switzerland, and IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga, Spain, 73 s.

Göktürk T, Çelik A 2017. The Family of Carabidae (Coleoptera) in Artvin Hatila National Park of Turkey. *Int. Jou. of Env. Agr. and Bio.*, 2(2): 983-990.

Gülperçin T Tezcan S 2010. Distributional Catalogue of Turkish Elateridae (Insecta: Coleoptera) Fauna. *Meta Basım, Bornova, İzmir, Turkey*, 63 s.

Gülperçin N Tezcan S 2015. Two New Records and Some Additional Notes on Elateridae (Coleoptera) Fauna of Turkey. *Lin. Bio. Beitr.*, 47 (1): 545-567.

Gülperçin N Giuseppe P, Tezcan S 2018. Some Additional Notes Along With A New Record on Elateridae (Coleoptera) Fauna of Turkey. *Entomofauna*, 39(2): 571-590.

Jaeger B 2011. New and Additional Distribution Data of the Genus *Acupalpus* Latreille 1829 from the Middle East and Adjacent Areas (Coleoptera, Carabidae, Harpalini, Stenolophina). *Linz. Bio. Beitr.*, 43(1): 763-775.

Jansson, N, Coşkun M 2008 How Similar is The Saproxylic Beetle Fauna on Old Oaks (*Quercus* spp.) in Turkey and Sweden? *Revue d'Écologie, Suppl.* 10: 91-99.

Japoshvili G, Anlaş S 2011. Notes on The Family

- Staphylinidae (Coleoptera) Collected by Pitfall Traps in Gölcük, Isparta Province of Turkey. *Journal of Entomological Research Society*, 13 (1): 41-48.
- Kabalak M, Sert O 2011. Faunistic Composition, Ecological Properties and Zoogeographical Composition of The Family Elateridae (Coleoptera) of The Central Anatolian Region of Turkey. *Journal of Insect Science*, 11(57): 1-36.
- Kara S 2016. Bartın İli Carabidae (Coleoptera) Türleri. Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 184 s.
- Kesdek M 2007. Faunistic and Systematic Studies on Species of the Pterostichinae (Coleoptera: Carabidae) in Northeast Anatolian Region. PhD Thesis. Erzurum University, Department of Plant Protection. 238 s.
- Kocatepe N 2011. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Carabidae (Coleoptera) Familyası Üzerinde Sistemik Çalışmalar. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 211 s.
- Küçükkaykıcı E. C, Şirin Ü, Çalışkan H, Şenyüz Y 2013. Some Ground Beetle (Carabidae) Records from (Coleoptera) Kazdağları (Ida Mountain). *Biological Diversity and Conservation*. 6 (2): 142-149.
- Mazur S, Abacıgil TÖ, Varlı SV, Mokrzycki T, Jansson N 2013. *Hister arboricavus* sp. n., A New Dendrophilous Species from Turkey (Coleoptera: Histeridae). *Baltic Journal of Coleopterology*, 13: 51-56.
- Novak, V, Abacıgil TÖ, Varlı SV, Jansson N 2014. *Mycetochara kazdagiica* sp. nov. from Turkey (Coleoptera, Tenebrionidae, Alleculinae, Mycetocharini), *Folia Heyrovskyana*, series A, vol. 22(2-4): 134-141.
- Ortaç ÖD, Yaşar B, Aydın G 2015. Organik ve Konvansiyonel Yağ Gülü *Rosa damascena* Miller (Rosales: Rosaceae) Yetiştirilen Alanlarda Böcek Biyolojik Çeşitlilik Değerlerinin Karşılaştırılması: Isparta Örneği. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2): 161-173.
- Özdikmen H, Turgut S 2006. On Turkish *Cerambyx* Linnaeus, 1758 With Zoogeographical Remarks (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae). *Mun. Ent. Zool.* 4(2) 301-319
- Özdikmen, 2011 Longhorned Beetles of Bolu Province in Turkey (Coleoptera: Cerambycidae). *Munis Entomology and Zoology*, 6(1): 210-240.
- Özgen İ, Topdemir A, Tanyıldızı MS 2017. Some Ecological and Faunistic Notes on Insect Fauna in Şahaplı Stream (Turkey: Elazığ: Baskil). *Mun. Ent. and Zoo.*, 12(1): 362-364.
- Platia G, Jansson N, Sürgüt H, Tüven A, Avcı M, Jansson N 2018. Click Beetles (Coleoptera, Elateridae) from Two Areas With Hollow Oaks and Plane Trees in Turkey. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 63: 253-267.
- Sarıkaya O, Avcı, M 2009. Predators of Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) Species of The Coniferous Forests in The Western Mediterranean Region, Turkey, *Türk. entomol. derg.*, 33(4): 253-264.
- Stokland JN, Siitonen J, Jonsson BG 2012. *Biodiversity in Dead Wood*, Cambridge University Press, New York, 509 p.
- Sürgüt H, Varlı S. V 2012. An Evaluation on Coleoptera (Insecta) Species Collected by Pitfall Traps in Karabiga (Çanakkale province) of Turkey. *Munis Entomology and Zoology*, 7 (1): 449-461.
- Şenyüz Y, Fidan EC, Dindar K 2019. Carabidae (Coleoptera) Records from Upland-Meadows of Türkmen Mountain (Kütahya - Eskişehir), Turkey. *Mun. Ent. and Zoo.*, 14(1): 254-258.
- Tezcan S, Jeanne C, Keskin B 2007. Ground Beetles (Coleoptera, Caraboidea) of The Ecologically Managed Cherry Orchards of Western Anatolia (Turkey) Along With Some New Additional Data. *Anadolu University Journal Of Science and Technology* 8(1) 53-63.
- Tezcan S, Tezcan F, Gülperçin N 2010. İzmir ilinden 4000 böcek türü, Ege Üniversitesi İzmir Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayını, Egetan Basım Ltd. Şti. İzmir, 254 s.
- Tezcan S, Karsavuran Y, Pehlivan E 2018. Contribution to the Knowledge of Carabidae (Coleoptera) Fauna of Turkey With New Locality Records. *Munis Entomology and Zoology*, 13(2): 548-565.
- Ünal S, Selek F, Yaman M 2016. Kastamonu Yöresi Kavak Zararlıları, Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 16(2): 607-615.
- Varlı SV, Tüven A, Örgel S, Sürgüt H, Jansson N 2018. Additional Faunistic Records of The Family Staphylinidae (Coleoptera) from Balıkesir Province of Turkey, *Türk. Ent. Bül.*, 8 (1-2): 23-34.
- Varlı SV, Tüven A, Sürgüt H, Özdikmen T 2019. Preliminary Work on Longhorned Beetles Fauna (Coleoptera: Cerambycidae) of Balıkesir Province in Turkey With New Faunistic Records, *Munis Ent. Zoo.* 14(1): 88-95.
- Yüksel B 1998. Türkiye’de Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Ormanlarında Zarar Yapan Böcek Türleri ile Bunların Yırtıcı ve Parazitleri. Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 4, 143 s.
- Yüksel B, Akbulut S 2005. Doğu Ladin Ormanlarında *Ips sexdentatus* (Boern.)’un Doğal Düşmanlarının Belirlenmesi. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 55(2): 64.

## Aedeagus Structure of *Cassida prasina* Illiger, 1798 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) in Scanning Electrone Microscope (SEM)

Neslihan BAL<sup>1\*</sup>, Hüseyin ÖZDİKMEN<sup>2</sup>

Department of Biology, Faculty of Science, Gazi University, Ankara

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-2345-6789>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9568-0093>

✉: neslihansilkin@gmail.com

### ABSTRACT

It is accepted that male genitalia are not diagnostic and spermathecae are partly diagnostic within the genus *Cassida* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae). However, studies on genitalia have been based on only stereo microscope up to now. Ultra-structures of genitalia have never been studied except for a few works. The aim of this study was to determine whether the ultrastructural works are efficient or not. In the present work, male genitalia from two specimens of *Cassida prasina* Illiger, 1798 collected from Düzce and Karabük provinces in 2001 and 2003, which have been examined by electron microscope for the first time. New diagnostic characters were obtained and it revealed that it was diagnostic from the previously worked species in others subgenus. Photos of aedeagus in both SEM and stereo microscope are also given in the text.

### Research Article

#### Article History

Received : 08.10.2019

Accepted : 02.01.2020

#### Keywords

Aedeagus

*Cassida prasina*

SEM

Turkey

## Taramalı Elektron Mikroskopunda (SEM) *Cassida prasina* Illiger, 1798 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) 'nın Aedeagus Yapısı

### ÖZET

*Cassida* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) cinsi içerisinde genel olarak erkek genitalinin ayırt edici olmadığı, spermathekanın ise kısmen ayırt edici olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte şimdiye kadar yapılan genital çalışmalarının sadece stereo mikroskoba dayalı olduğu görülmektedir. Genital yapıların ince yapısı birkaç çalışma dışında çalışılmamıştır. İnce yapı çalışmalarının verimli olup olmadığını ortaya koymak amacıyla bu çalışmada Türkiye'den 2001 ve 2003 yıllarında Düzce ve Karabük illerinden toplanan toplam iki *Cassida prasina* Illiger, 1798 örneğine ait erkek genital yapısı SEM'de ilk kez incelenmiştir. Bu sayede yeni ayırt edici karakterler elde edilmiş ve diğer bir alt cinsteki daha önce çalışmış türlerden ayırt edici olduğu ortaya konulmuştur. Erkek genitalinin hem SEM hem de stereo mikroskop fotoğrafları da çalışma içerisinde sunulmuştur.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 08.10.2019

Kabul Tarihi : 02.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

Aedeagus

*Cassida prasina*

SEM

Türkiye

**To Cite:** Bal N, Özdikmen H 2020. Aedeagus Structure of *Cassida prasina* Illiger, 1798 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) in Scanning Electrone Microscope (SEM). KSU J. Agric Nat 23 (3): 748-753. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.630787.

### INTRODUCTION

The genus *Cassida* Linnaeus, 1758 includes a large number of species distributed around the world (Palaeartic, Nearctic, Oriental, Afro-tropical, Madagascar and Australian Regions). The genus is divided into 15 subgenera for the species distributed in Palaeartic and Oriental Regions (Borowiec, 2007; Özdikmen and Bal, 2019).

The Cassidinae fauna of Turkey includes 51 species and 6 genera. The genus *Cassida* has 41 species arranged in 11 subgenera (Ekiz et al., 2013; Özdikmen et al., 2014; Özdikmen and Kaya, 2014). However, a total of 5 species in 5 subgenera namely; *Cassida*

(*Cassida*) *seladonia* Gyllenhal, 1827, *Cassida* (*Lordiconia*) *canaliculata* Laicharting, 1781, *Cassida* (*Mionycha*) *azurea* Fabricius, 1801, *Cassida* (*Mionychella*) *hemisphaerica* Herbst, 1799 and *Cassida* (*Tylocentra*) *persica* Spaeth, 1926 were reported by Kışmalı&Sassi (1994), Warchalowski (2003, 2010) and Borowiec and Sekerka (2010) from Turkey without any exact locality, but only as Asian Turkey (Anatolia). With this reason, the occurrence of these species in Turkey needs confirmation. Consequently, it can be said that the fauna of Turkish *Cassida* includes 36 species of 9 subgenera on the base of exact localities in Turkey.

The nominotypical subgenus *Cassida* (*Cassida*) Linnaeus, 1758 includes 46 species distributed around the world (45 Palaearctic species including the type species *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758 and one native species from North America) (Borowiec, 2007). The nominotypical subgenus is represented by 21 species in Turkey. *Cassida prasina* Illiger, 1798 is one of the species in the nominotypical subgenus.

According to Bordy and Doguet (1987), Borowiec and Świętojańska (2001) and Borowiec (2007), male genitalia are not diagnostic within the genus *Cassida* Linnaeus, 1758. Spermathecae are partly diagnostic. However, studies on genitalia have been based on only stereo microscope up to now. Ultrastructures of genitalia have never been studied except for a few recent works (Ataş et al., 2019a, 2019b). For this reason, ultrastructural investigations of aedeagi and spermathecae are very important in the genus *Cassida*.

Yet, we think that arrangement of the subgeneric classification in the genus *Cassida* on the base of aedeagal and especially spermathecal morphologies was overlooked due to this acceptance and approval. However, we believe that ultrastructural and detailed investigations of aedeagi and spermathecae could be very important in the genus *Cassida* with regard to subgeneric classification. The aim of this study was to present detailed investigations on aedeagus of *C. prasina* Illiger, 1798 from Turkey by using scanning electron microscope. Obtained data are presented below.

## MATERIALS and METHODS

The available specimens (a total of 2 specimens) for the present work were collected from Düzce and Karabük provinces in Turkey in 2001 and 2003. The specimens were deposited at Gazi University (Turkey, Ankara).

The aedeagus was dissected from abdomen, remaining tissue were removed with fine tweezers. For microscopic examination after cleaning, the samples were kept in 70% ethanol and examined with Olympus SZX7 stereomicroscope.

For scanning electron microscopy (SEM), cleaned samples were dehydrated using an ascending series of ethanol (70%, 80%, 90%, and 100%) and then air dried. After that the specimens were mounted onto SEM stubs using a double-sided adhesive tape, coated with gold using a Polaron SC 502 Sputter Coater, and examined with a JEOL JSM 6060 Scanning Electron Microscope (SEM) at 5 kV.

## RESULTS and DISCUSSION

### *Cassida prasina* Illiger, 1798 (Fig. 1)

*Cassida prasina* is a Sibero-European species. Its body length is 5-5,9 mm. It is distributed in Europe (Austria, Belgium, Bulgaria, Bosnia and Herzegovina, Croatia,

Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, Latvia, Lithuania, Macedonia, Poland, Romania, Russia, Serbia, Spain, Slovakia, Slovenia, Sweden, Switzerland -Montenegro, Turkey, Ukraine) and Asia (China, Eastern Siberia, Kazakhstan, Russia: Western Siberia and Turkey) (Warchalowski, 2010; Borowiec and Sekerka (2010).

The species is widely distributed in Turkey. It has been recorded from 25 provinces including Antalya, Aydın, Balıkesir, Bartın, Bilecik, Bolu, Denizli, Düzce, Gaziantep, Giresun, Hatay, İzmir, Kahramanmaraş, Karaman, Kayseri, Kilis, Konya, Karabük, Manisa, Mersin, Sakarya, Tokat, Tunceli and Zonguldak provinces in Asian and Kırklareli province in European Turkey (Ekiz et al., 2013; Özdikmen and Kaya, 2014).

**Material examined:** **Düzce:** 4 km from Karakaş towards Yedigöller, 12.V.2003, 510 m, 1 specimen; **Karabük:** Exit of Ereğli, opposite Birsca Biscuit Factory, 03.VI.2001, 960 m, 1 specimen.



Figure 1. *Cassida prasina* Illiger, 1798 dorsal view (left), ventral view (right).

Şekil 1. *Cassida prasina* Illiger, 1798; A. dorsal görünüm (sol tarafta), B. Ventral görünüm (sağ tarafta).

### **Aedeagus:** In stereo microscope (Fig. 2):

The median lobe is completely light brown.

In lateral view, median lobe is generally elliptical or semicircular, from the median foramen to the apex, prominent and more or less regularly curved towards the ventral. The median lobe gradually narrows slightly from the base to the apical portion. The apex of the median lobe is thinner in the short section and is flat and pointed.

In dorsal view, the median lobe is slightly enlarged only in the apical portion. The apex is more or less prolonged and clearly truncated. In this section, the apex is curved towards the dorsal, and thus the apex appears to be truncated. The ratio of the truncated portion of the apex to the width of the apical portion of the median lobe is about 26%, more than about 1/4. Upper and lateral margins of orifice are more or less

rounded. Dorsal plate is distinct and almost covered with basal half of orifice. Median lobe in lateral parts and fore part of orifice are thick. Thickening in lateral parts is distinctly smaller than the fore part. Median lobe is more or less U-shaped behind the orifice joined.

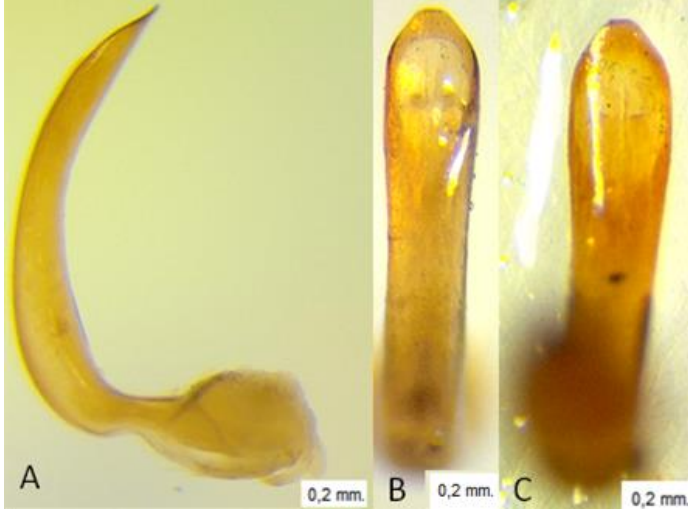


Figure 2. Aedeagus of *Cassida prasina* Illiger, 1798, A. Lateral view, B. Dorsal view, C. Ventral view. Scale bars size are 0,2 mm.

Şekil 2. *Cassida prasina* Illiger, 1798' nin aedeagusunun A. Yandan görünümü, B. Dorsalden görünümü, Ventralden görünümü. Ölçek çubuk boyutu 0,2 mm'dir.

In ventral view, median lobe slightly widened only apical part and the apex more or less prolonged and clearly truncated. Ventral surface of median lobe from median foramen to near apex with a median flattened area that broadly and longitudinally.

**Aedeagus : In SEM (Scanning Electron Microscope)**  
(Figs. 3-7):

Only different characters in photos of SEM are presented below.

Median lobe is especially in anterior half with scattered, irregular and sparsely ultrastructural pits. The pits on ventral parts of median lobe are much more than on dorsal parts. The pits are located only in lateral parts of terminal part of median lobe in dorsal view. Dorsal plate and flattened area are behind it without ultrastructural pits in dorsal view. Also, the terminal area from upper margin of orifice to aedeagal apex is without ultrastructural pits in dorsal view. Apex of median lobe is folded to dorsal surface and so appears like a truncated-shaped, but not cut. Apex of median lobe is gradually narrowed, not additionally prolonged.

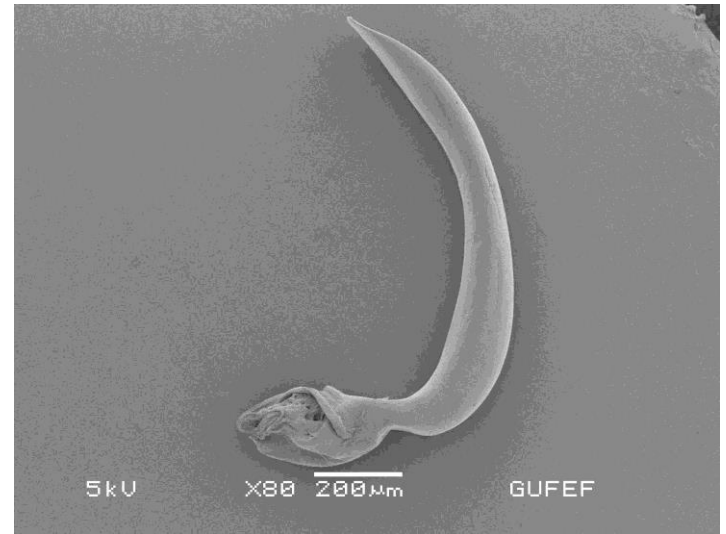


Figure 3. Aedeagus of *Cassida prasina* lateral view (SEM). Scale bars size is 200 µm.

Şekil 3. *Cassida prasina* Illiger, 1798' nin aedeagusunun yandan görünümü (SEM). Ölçek çubuk boyutu 200 µm.'dir.

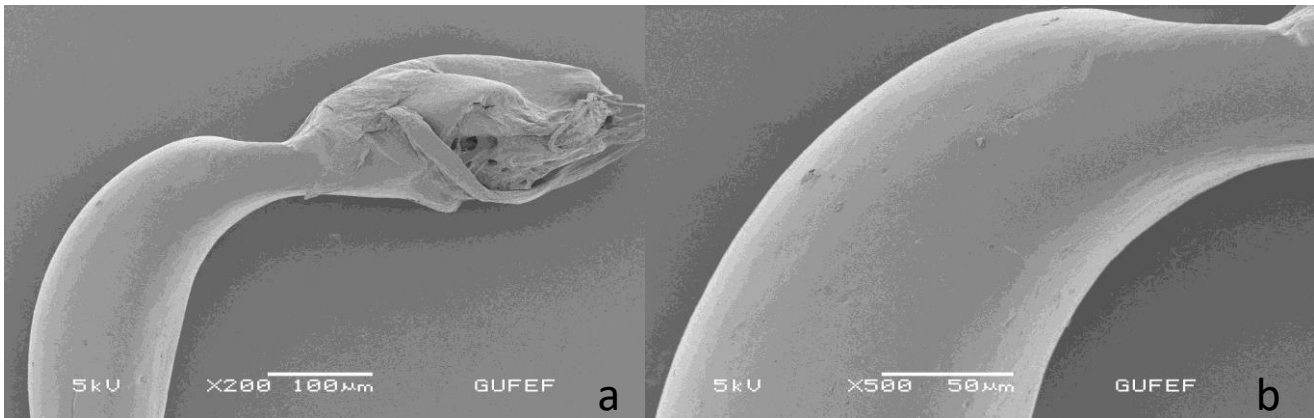


Figure 4. Aedeagus of *Cassida prasina*, a. Median foramen and b. Pits on median part of median tube in lateral view (SEM). a. Scale bars size is 100 µm and b. Scale bars size is 50 µm.

Şekil 4. *Cassida prasina* Illiger, 1798' nin aedeagusu, a. Medyan foramen ve b. Lateral görünümde medyan tüpün orta kısmındaki çukurlar (SEM). a. Ölçek çubuk boyutu 100 µm. ve b. Ölçek çubuk boyutu 50 µm.'dir.

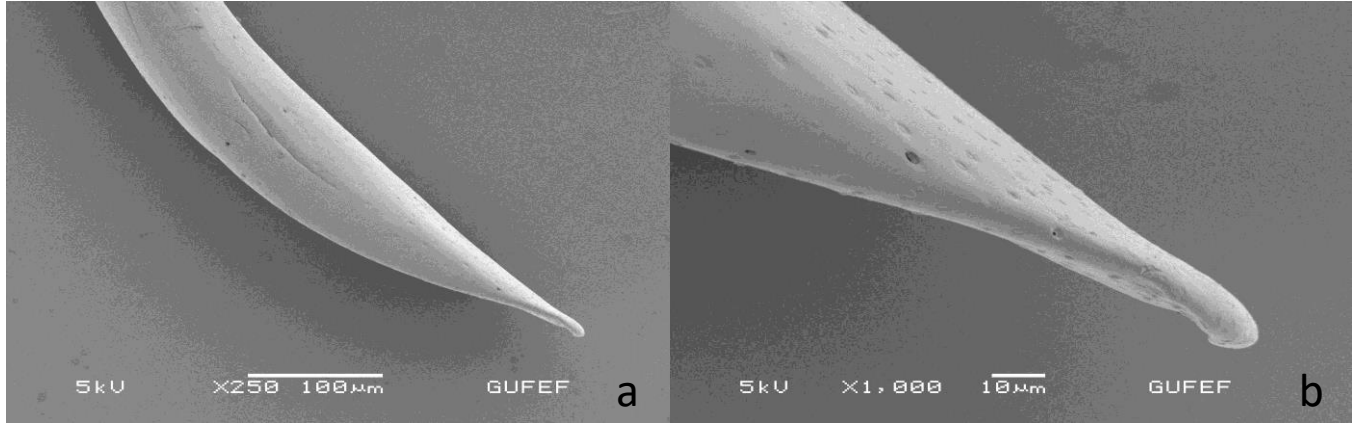


Figure 5. Aedeagus of *Cassida prasina*, a. Folded apex and b. Pits on apical part of median tube in lateral view (SEM). a. Scale bars size is 100 µm and b. Scale bars size is 10 µm.

Şekil 5. *Cassida prasina* Illiger, 1798'nin aedeagusu, a. Kıvrık uç kısım ve b. Yandan görünümde median tüpün uç kısmındaki çukurlar (SEM). a. Ölçek çubuk boyutu 100 µm. ve b. Ölçek çubuk boyutu 10 µm.'dir.

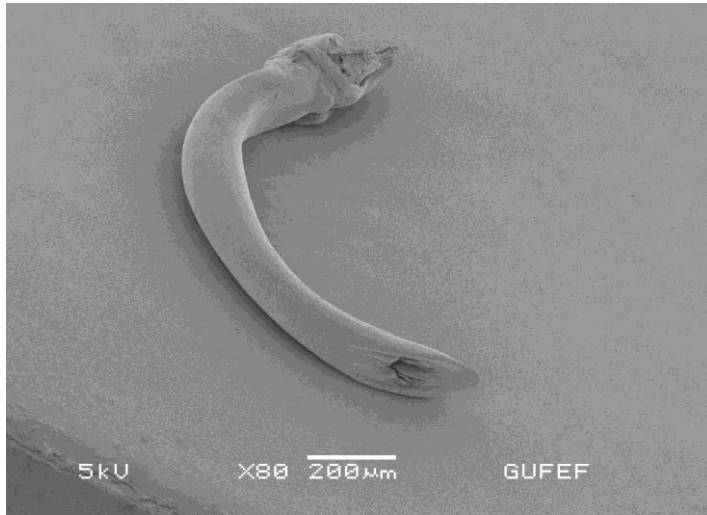


Figure 6. Aedeagus of *Cassida prasina*, apical part of median tube in dorso-lateral view (SEM). Scale bars size is 200 µm.

Şekil 6. *Cassida prasina* Illiger, 1798' nin aedeagusu, dorso-lateral görünümde median tüpün uç kısmı (SEM). Ölçek çubuk boyutu 200 µm.

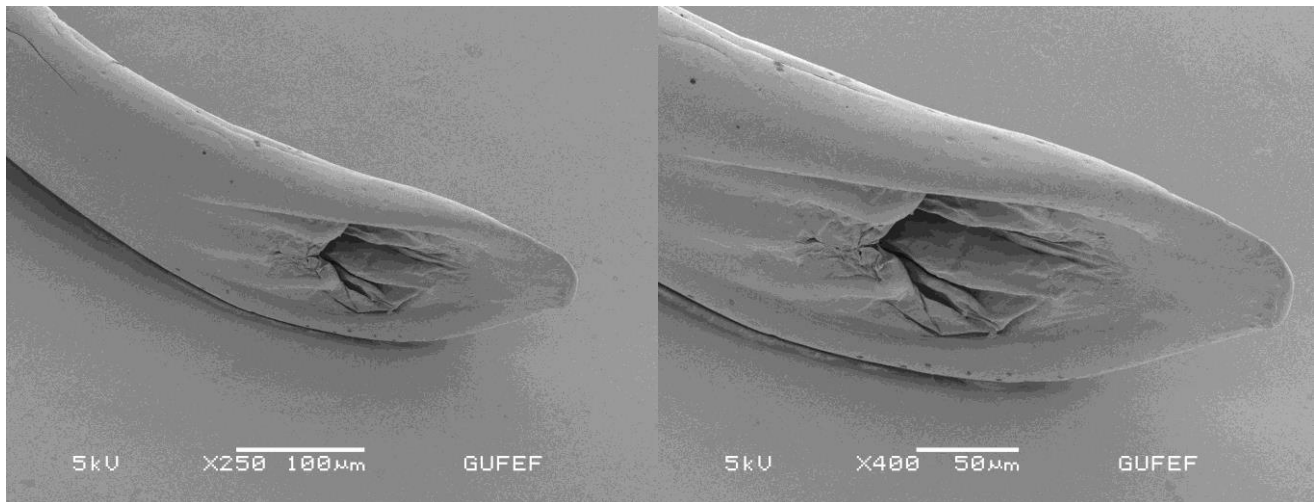


Figure 7. Aedeagus of *Cassida prasina*, folded apex, pits on lateral thickening of apical part of median tube in dorso-lateral view (SEM). Scale bars size are 100 µm and 50 µm.

Şekil 7. *Cassida prasina* Illiger, 1798, Aedeagusu, kıvrık uç, dorso-lateral görünümde median tüpün uç kısmında yan kalınlaşma üzerindeki çukurlar (SEM). Ölçek çubuk boyutu 100 µm. ve 50 µm.



As it is known, *Cassida prasina* is in the nominotypical subgenus *Cassida* (*Cassida*). According to the results of the present work, spermathecal morphologies of *Cassida prasina* distinctly differ from *Cassida nebulosa* Which is the type species of the genus and nominotypical subgenus.

Spermathecal morphologies of *Cassida nebulosa* and *Cassida prasina* are clearly different. Many characters in detail are diagnostic. These diagnostic characters can be seen below.

**Aedeagus of *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758 in stereo microscope** (Fig. 8): Median lobe is completely brown.

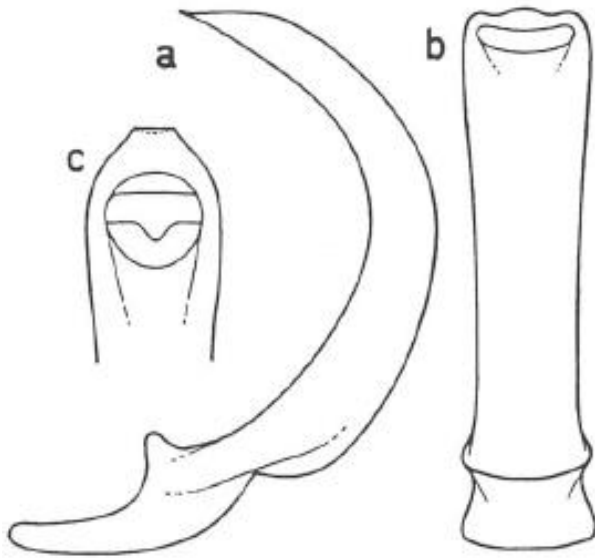


Figure 8. Aedeagus of *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758, a. lateral view, b. dorsal view, c. apex of median tube in dorsal view (from Bordy, 2009).

Şekil 8. *Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758' nin aedeagusunun, a. Yandan görünümü, b. Dorsalden görünümü, C.Dorsal görünümde Medyan tüpün uç kısmı (Bordy, 2009'dan).

In lateral view, median lobe is distinctly and regularly curved from median foramen to apex in general. Median lobe is gradually, but slightly narrowed from the base to the apex. The apex of median lobe is almost abruptly sharpened and pointed.

In dorsal view, median lobe is barely widened from the median part to the apex, and the apex is more or less prolonged and clearly truncated. Upper and lateral margins of orifice are more or less rounded. Dorsal plate is distinct and almost covered with basal half of orifice. Median lobe is in lateral parts and the fore part of orifice is thickened. Thickening in lateral parts is smaller than the fore part. Median lobe is more or less V-shaped behind the orifice joined.

#### Diagnostic characters of aedeagus for *Cassida nebulosa* and *Cassida prasina* in stereo microscope:

- Median lobe is completely brown. In lateral view, median lobe is distinctly and regularly curved from median foramen to apex in general; the apex of median lobe it almost abruptly sharpened and pointed; projection of apex is short and right. In dorsal view, median lobe is barely widened from the median part to the apex.....*Cassida nebulosa* Linnaeus, 1758

- Median lobe varies from dark brown to brown, dark brown in 3/4 of its length basally, apical part (apical fourth) is clearly brown or light brown. In lateral view, median lobe is distinctly and almost regularly (elliptically or semicircularly) curved from median foramen to apex in general; the apex of median lobe gradually narrowed and pointed; the projection of apex is longer and right. In dorsal view, median lobe is slightly widened in only apical part.....*Cassida prasina* Illiger, 1798

#### CONCLUSION

As mentioned above, 10 aedeagal characters for *Cassida nebulosa*, which is the type species of the subgenus *Cassida* (*Cassida*), were determined. The type species is clearly distinguished from *Cassida prasina* by 4 determined aedeagal characters.

Accordingly, it could be said that the type species *Cassida nebulosa* and *Cassida prasina* are probably not congeneric.

According to the results of the present work, we believe that ultrastructural and detailed investigations of aedeagi and spermathecae will be very important in the genus *Cassida* with regard to subgeneric classification.

#### ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank Prof. Dr. Zekiye Suludere for her tremendous support in the process of picturing my study material with Scanning Electrone Microscope. Lastly, we would also thank to Gazi University Academic Writing, Research and Application Center for their support in proofreading the current study.

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### REFERENCES

- Ataş F, Özdikmen H, Bal N, Amutkan Mutlu D, Suludere Z. 2019a. A SEM study on aedeagus and spermatheca of *Cassida seraphina* Ménétries, 1836 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) from

- Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 14 (2): 395-411.
- Ataş F, Özdikmen H, Bal N, Amutkan Mutlu D, Suludere Z. 2019b. A SEM study on aedeagus and spermatheca of *Cassida hablitziae* Motschulsky, 1838 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) from Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 14 (2): 519-529.
- Bordy B 2009. Coléoptères, Chrysomelidae: Hispinae et Cassidinae, Faune de France, volume 85, 260 pp.
- Bordy B Doguet S 1987. Contribution à la connaissance des Cassidinae de France. Étude de leur spermatheque (Coleoptera, Chrysomelidae). *Nouvelle Revue d'Entomologie(N.S.)*, 4: 161-176.
- Borowiec L 2007. Two new species of *Cassida* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae) from Madagascar and notes on subgenera of the genus *Cassida* Zootaxa, 1586: 47-58.
- Borowiec L, Sekerka L 2010. Cassidinae. Pp. 368-390. In Löbl, I. & Smetana A. (eds.). *Catalogue of Palaearctic Coleoptera*, Vol. 6. Chrysomeloidea. Stenstrup: Apollo Books, 924 pp.
- Borowiec L, Świętojańska J 2001. Revision of *Cassida litigiosa* group from southern Africa (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae). *Annales Zoologici*, Warszawa, 51: 153-184.
- Ekiz AN, Şen İ, Aslan EG, Gök A 2013. Checklist of leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) of Turkey, excluding Bruchinae. *Journal of Natural History*, 47(33-34): 2213-2287.
- Kısmalı S, Sassi D 1994. Preliminary list of Chrysomelidae with notes on distribution and importance of species in Turkey. II. Subfamily Cassidinae Spaeth. *Türk Entomol. Derg.*, 18(3): 141-156.
- Özdikmen H, Bal N 2019. On the subgenus *Alledoya* Hincks, 1950 (Coleoptera: Chrysomelidae: Cassidinae). *Munis Entomology & Zoology*, 14(2): 350-357.
- Özdikmen H, Kaya G 2014. Chorotype identification for Turkish Chrysomeloidea (Coleoptera) Part I – Chrysomelidae: Hispinae and Cassidinae. *Munis Entomology & Zoology*, 9(1): 58-70.
- Özdikmen H, Mercan N, Cihan N, Kaya G, Topcu N N, Kavak M 2014. The importance of superfamily Chrysomeloidea for Turkish biodiversity (Coleoptera). *Munis Entomology & Zoology*, 9(1): 17-45.
- Warchałowski A 2003. Chrysomelidae: the leaf beetles of Europe and the mediterranean Area. Warszawa: Natura optima dux Foundation; 600 pp.
- Warchalowski A 2010. The Palaearctic Chrysomelidae. Identification keys. Vol. 1 & 2. Warszawa, 2010. 1212 pp.

## Nutritional Enrichment of Apple Pomace by Fungal Fermentations

Ramazan TOSUN<sup>1\*</sup>, Sulhattin YASAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Iğdır University, Faculty of Agriculture Department of Animal Science, 76000 Iğdır <sup>2</sup>Karamanoglu Mehmetbey University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Karaman/Turkey, 70200

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-8209-6362>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9334-1303>

✉: ramazantosun68@gmail.com

### ABSTRACT

This study tested effects of optimised fungal fermentation conditions on nutritional enrichments of apple pomace. Three fermentation experiments were conducted by using  $2.5 \times 10^6$  spores of *Pleurotus ostreatus* (*P. ostreatus*),  $2.5 \times 10^6$  spores of *Phanerochaete chrysosporium* (*P. chrysosporium*) and without microorganisms per g substrate, respectively, for 0, 7, 14 and 21 days using a pilot bioreactor. At the end of each incubation period, 3 steril sample were analysed to determine microbial growth, pH and nutrient contents levels. The results indicated significantly increased crude ash and protein contents ( $P < 0.05$ ) as well as decreased crude fiber and reducing sugar contents of apple pomace by both fungal microorganisms ( $P < 0.05$ ). Crude fat content increased by *P. ostreatus* fermentation while *P. chrysosporium* fermentation reduced crude fat content ( $P < 0.05$ ). Tannin content reduced at all fermentation periods by *P. ostreatus* while *P. chrysosporium* fermentation increased tannin content ( $P < 0.05$ ). Pectin increased by both fungal fermentations, but the effect of *P. ostreatus* was greater ( $P < 0.05$ ). It was concluded that fungal fermentations caused to remarkable improvements of apple pomace in nutritional properties, which could of high importance in animal nutrition.

### Research Article

#### Article History

Received : 04.10.2019

Accepted : 06.02.2020

#### Keywords

Animal nutrition  
Apple pomace  
Fungal fermentation  
*Phanerochaete chrysosporium*  
*Pleurotus ostreatus*

## Fungal Fermantasyonu ile Elma Posasının Besin Madde İçeriğinin Zenginleştirilmesi

### ÖZET

Bu çalışmada, elma posasının optimum koşullarda fungal fermentasyonuna tabi tutularak besin madde içeriğinin zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Pilot bir biyoreaktör kullanılarak elma posası, mikroorganizma kullanılmadan,  $2.5 \times 10^6$  spor  $g^{-1}$  *Pleurotus ostreatus* ve  $2.5 \times 10^6$  spor  $g^{-1}$  *Phanerochaete chrysosporium* kullanılarak 21 günlük (0, 7, 14 ve 21 günde örnekler alınmıştır) 3 farklı fermantasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon süreleri sonunda mikrobiyal gelişim, pH ve besin madde içeriğinin tespiti için 3 adet steril örnek alınmıştır. Elma posasının her iki fermantasyonda da ham kül ve protein içeriği artarken; ham selüloz ve redükte şeker içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). *P. ostreatus* fermantasyonunun tüm inkübasyon zamanında tanin içeriği azalırken; bunun aksine *P. chrysosporium* fermantasyonunda artmıştır ( $P < 0.05$ ). Pektin içeriği ise her iki mikroorganizmanın fermantasyonunda da artmış, ancak *P. ostreatus* fermantasyonunda artış oranı daha fazla olmuştur ( $P < 0.05$ ). Elma posasının fungal fermantasyonu ile besin madde içeriği iyileştirilmiştir. Bu araştırma sonucunda fermente elma posasının hayvan beslemede önemli bir yem kaynağı olarak kullanımı ortaya çıkmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 04.10.2019

Kabul Tarihi : 06.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

Elma posası  
Fungal fermantasyonu  
Hayvan besleme  
*Phanerochaete chrysosporium*  
*Pleurotus ostreatus*

**To Cite :** Tosun R, Yasar S 2020. Nutritional Enrichment of Apple Pomace by Fungal Fermentations. KSU J. Agric Nat 23 (3): 754-761. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.629326.

### INTRODUCTION

There is an increasing trend in adding value to or

utilizing from ligno-cellulotic by-products for the production of several functional bio-molecules

including enzymes, antioxidant and organic acids by the means of microbial fermentation. Apple pomace is a ligno-cellulotic by-product of fruit juice manufacturing sector, which annually processes approximately 20-40% of a total 83 million tonnes apple produced in 2017 (FAO 2018). Apple pomace composed of peel, nut and pulp, which contained about 36% insoluble and 15% soluble fractional fibres on a dried matter basis (Sudha et al., 2007).

Apple pomace of food and feed materials are cheap and rich source of carbohydrate, pectin, crude fibre and minerals in nutritional content (Kara and Doymaz, 2015). It can also provide an economic contribution to livestock production as a means of recycling as an industrial by-product that can cause environmental pollution (Waldbauer et al., 2017; Ulger et al., 2018; Ricci et al., 2019; Matejova et al., 2019). On the other hand, apple pomace can be added to the rations in ruminant animals, in fresh, dried or silage, in poultry as to dried form in amounts that will not have negative effect on animal health (Sudha et al., 2007; Ulger et al., 2018; Yasar and Tosun, 2019a). However, apple pomace has a high-water content of having difficulty for storage, has been seasonally produced (Sharma et al., 2017; Yasar and Tosun, 2019a). These can limit the use of apple pomace in livestock as a source of feed. On the other hand, some antinutritional factors are present in the apple pomace (Ajila et al., 2015). Although rumen fermentation can overcome the antinutritional factors of apple pomace. But the performance of monogastric young animals could be lowered by the use of apple pomace. Therefore, the antinutritional contents of apple pomace should be lowered and its nutritional content must be increased before fed to monogastric animals. One of the treatments to improve nutritional qualities of apple pomace is solid state fermentation (Joshi and Devender, 2006; Mukherjee et al., 2016).

Fungal fermentations of agricultural waste products in solid state fermentation (SSF) resulted in remarkable nutritional and chemical benefits in respect to adding value to these products (Kurt and Buyukalaca, 2010). Several fungal microorganisms were successfully used in various conditions of SSF using apple pomace for the enrichment of nutrients (Villas-Boas et al., 2003; Albuquerque et al., 2006; Vendruscolo et al., 2008; Ajila et al., 2015; Madrera et al., 2017), for improvements of antioxidant enzyme activities (Zheng and Shetty, 2000; Joshi and Devender, 2006; Ajila et al., 2011) and aromatic compounds (Ricci et al., 2019).

Apple pomace fermented with *Candida utilis* has increased crude protein (%100) and mineral (%60) content, while significant reductions in free sugar (%97) content were reported (Villas-Boas et al., 2003). When fermented with *S. cerevisiae* the nitrogen and fat content of apple pomace have been reported to be increased (Joshi and Devender, 2006). Apple pomace

fermented with 3 yeast strains (*S. cerevisiae*, ref: 32; *S. bayanus*, ref: C6; and *H. uvarum*, ref: 62) for 7 days has increased crude protein, fat and dietary fibre content, but depleted the sugars content (Madrera et al., 2017). As a result of fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* AXAZ-1 and *Kluyveromyces marxianus* IMB3, some industrial by-products had significantly increased crude fat and protein contents, and *Kluyveromyces marxianus* was found an ideal microorganism for increasing crude protein and fat content (Aggelopoulos et al., 2014).

According to the results, when the apple pomace was fermented with white-rot fungal there was an increase in the content of free sugar, a decrease in the content of crude fibre, ADF and NDF contents (Zhong-Tao et al., 2009; Yasar and Tosun, 2018a). On the other hand, the study conducted by Yasar and Tosun (2019b) showed that the crude ash, ether extract and starch contents of apple pomace was increased by the fermentation of apple pomace with *K. marxianus*, whereas the crude protein, total reducing sugar, crude fibre, ADF, NDF and lignin contents were reduced. Furthermore, apple pomace has been used to produce organic acid and lactic acid (Dhillon et al., 2011; Dhillon et al., 2012; Yasar and Tosun, 2019b). There were sporadic effects of SSF on the changes in the tannin and pectin by microbial SSF (Dhillon et al., 2012; Yasar and Tosun, 2019b).

In this study, the optimum conditions of pH, fermentation periods, stirring rate and moisture content of substrate selected from the above studies were fixed, optimised and controlled by a modern bioreactor and used to ferment apple pomace by two fungal microorganisms, *Pleurotus ostreatus* (Jacquin: Fries) Kummer. teleomorph (ATCC® 34673™) and *Phanerochaete chrysosporium* Burdsall. teleomorph (ATCC® 24725™). The objective of this study was to determine the effects of optimised fermentation conditions selected for two fungal microorganisms on the nutrient fortification of apple pomace, a waste-product of apple juice production.

## MATERIALS and METHODS

Apple pomace were purchased from a local provider dried and ground to pass a sieve with 3 mm and supplemented with additional nutrients (Table 1) and were further autoclaved at 120 °C for 15 min. Two fungal microorganisms, *Pleurotus ostreatus* (*P. ostreatus*) and *Phanerochaete chrysosporium* (*P. chrysosporium*) were obtained from DSM were cultivated according to the supplier instruction to collect sufficient amount of spores for inoculation. Optimum fermentation conditions selected from the literature (Ajila et al., 2011; Pathania et al., 2017; Yasar and Tosun, 2019b) were fixed in the study (see Table 1) and optimized by using a laboratory bioreactor of 2-3 L working capacity, LabforEtOH 5 (Infors Ltd.,

Switzerland), ideally suitable for SSF. A blank fermentation experiment was conducted with no fungal inoculation. The bioreactor automatically well optimized the fixed pH values with peristaltic pumps

using buffer solutions of 0.1 M sodium acetate (pH=1.5) and 0.1 M sodium bicarbonate (pH=9.75) (Pfannkoch, 2001).

Table 1. Experimental design with optimised fermentation parameters fixed throughout the fermentation period  
*Çizelge 1. Fermantasyon süresi boyunca optimize edilmiş fermantasyon parametreleriyle deneme deseni*

| Experiments*                  | Spore g <sup>-1</sup>       | pH      | Moisture, % (w w <sup>-1</sup> )    | Temperature (°C)     | Stirring (RPM)                 | Aeration (L min <sup>-1</sup> )           | Days         |
|-------------------------------|-----------------------------|---------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------|---|--------------|
|                               | <i>Spor</i> g <sup>-1</sup> |         | <i>Nem</i> , % (g g <sup>-1</sup> ) | <i>Sıcaklık</i> (°C) | <i>Karıştırma</i> (RPM)        | <i>Havalandırma</i> (L dk <sup>-1</sup> ) | <i>Gün</i>   |
| I ( <i>P.ostreatus</i> )      | 2.5 x 10 <sup>6</sup>       | 3.0-3.5 | 65                                  | 24-28                | 10 rpm for 2 min at every 12 h | 0.25                                      | 0, 7, 14, 21 |
| II ( <i>P.chrysosporium</i> ) | 2.5 x 10 <sup>6</sup>       | 5.5-6.0 | 80                                  | 34-38                |                                |   |              |
| III** (None)                  | 0                           | 5.5-6.0 | 80                                  | 24-28                |                                |   |              |

\*Apple pomace in experiment I, II and III was supplemented by the nutrients as follows: 20 g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 10 g NH<sub>4</sub>Cl and 10 g CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O. \*\*Blank fermentation, a non-pH optimised experiment (initial pH of 5.5 did not change throughout the fermentation period) under sterile fermentation conditions, the same as in experiments I and II.

At each sampling time, 3 sterile independent samples were taken from each of fermentation experiments (Table 1) were analysed in triplicates for the determinations of nutritional and antinutritional factors parameters, resulting in 9 replicates per treatment, and the data was analysed according to a general linear model of variance analysis, where the differences between the treatments were separated at 0.05 significance level using a SPSS 2013 software (IBM SPSS Statistics 22.0 for Windows). Fungal growth was determined by the method of TS ISO 21527-2: 2008 and nutrient contents by the methods specifically expressed in AOAC (2005). Metabolic energy values were calculated by Janssen (1989). Pectin Wang and Zhang (1999) and tannin Chemesova and Chizhikov (2004) were spectrophotometrically

analysed. All chemical analysis results were expressed as percentage of dry matter.

## RESULTS and DISCUSSION

The use of a modern bioreactor to optimise all the fermentation conditions was very successful. It was observed that the stirring, aeration and pH were excellently managed without any fluctuations from the fixed values.

As compared to experiment III, where no microbial development was seen, the fungal growth of *P. ostreatus* and *P. chrysosporium* in experiment I and II reached to a maximum level by 4 log increase at 14 and by 2 log increase at 7 days of fermentation, respectively (Table 2).

Table 2. Fungal growth rate and pH of fermenting substrate at 0, 7, 14 and 21 days of fermentation

*Çizelge 2. 0, 7, 14 ve 21 günlük fermantasyonda fungal gelişim oranı ve fermente substratın pH değeri*

| Days | Experiments I<br>( <i>P. chrysosporium</i> )<br><i>Deneme I</i> |           | Experiments II<br>( <i>P. ostreatus</i> )<br><i>Deneme II</i> |           | Experiments III<br>(None)<br><i>Deneme III</i> |           |
|------|---|-----------|---|-----------|--|-----------|
|      | cfu g <sup>-1</sup>   | pH        | cfu g <sup>-1</sup>   | pH        | cfu g <sup>-1</sup>                            | pH        |
| 0    | 3.0x10 <sup>5</sup> ±0.05 <sup>a</sup>                          | 5.50±0.10 | 7.9 x10 <sup>5</sup> ±0.05 <sup>a</sup>                       | 3.65±0.05 | 0.0±0.05                                       | 5.50±0.05 |
| 7    | 5.9x10 <sup>7</sup> ±0.21 <sup>b</sup>                          | 5.60±0.15 | 1.9x10 <sup>8</sup> ±0.25 <sup>b</sup>                        | 3.60±0.10 | 0.0±0.10                                       | 5.45±0.10 |
| 14   | 5.7x10 <sup>7</sup> ±0.40 <sup>b</sup>                          | 5.40±0.10 | 2.0x10 <sup>9</sup> ±0.52 <sup>c</sup>                        | 3.50±0.10 | 0.0±0.15                                       | 5.40±0.10 |
| 21   | 6.4x10 <sup>7</sup> ±0.50 <sup>b</sup>                          | 5.50±0.10 | 3.0x10 <sup>9</sup> ±0.35 <sup>c</sup>                        | 3.50±0.10 | 0.0±0.15                                       | 5.45±0.10 |

<sup>a, b, c</sup> Different letters in the same column show significant differences (P<0.05). cfu: Colony-forming unit.

Table 3 contained all analytical data of the apple pomace fermented for 0, 7, 14 and 21 days without fungal inoculants (Experiment III). It can be seen that there were no statistically significant changes in any parameters over the periods of fermentation (days). The effects of fungal inoculants on each of parameters were presented in Figure 1, 2 and 3 as percentage decrease or increase from the blank fermentation at each fermentation period; the analysed values of blank samples were set as "0".

The fungal fermentations remarkably utilised from readily available carbohydrates as the microorganisms

of *P. ostreatus* (Figure 1.A and 1.B) and *P. chrysosporium* (Figure 2.A and 2.B) significantly (P<0.05) consumed total reducing sugar of apple pomace at all fermentation periods, in comparison with blank fermentation experiment (Figure 1 and 2). Overall, the fermentations with *P. ostreatus* (Figure 1.A) and *P. chrysosporium* (Figure 2.A) significantly (P<0.05) increased crude ash and crude protein of apple pomace, expect there was a significant decrease of ash content of apple pomace in 21 days of *P. ostreatus* fermentation.

Table 3. Chemical, composition of apple pomace fermented for 0, 7, 14 and 21 days without fungal inoculants (Experiment III)

Çizelge 3. Mikroorganizma kullanılmadan 0, 7, 14 ve 21 gün fermente edilen elma posasının besin madde içeriği (Deneme III)

| Nutrient (DM)                                  | 0 d         | 7 d        | 14 d       | 21 d       |
|--|-------------|------------|------------|------------|
| Crude ash, (%) ( <i>Ham kül, (%)</i> )         | 1.15±0.11** | 1.20±0.10  | 1.10±0.05  | 1.20±0.70  |
| Crude protein, (%) ( <i>Ham protein, (%)</i> ) | 27.4±0.20   | 27.8±0.30  | 28.0±0.40  | 27.5±0.10  |
| Crude fat, (%) ( <i>Ham yağ, (%)</i> )         | 0.40±0.05   | 0.36±0.02  | 0.38±0.02  | 0.39±0.03  |
| Crude fibre, (%) ( <i>Ham selüloz, (%)</i> )   | 36.10±0.50  | 35.80±0.30 | 36.20±0.60 | 36.00±0.50 |
| ADF, %   | 44.65±0.40  | 44.00±1.00 | 45.15±0.60 | 44.25±0.30 |
| NDF, %   | 53.37±0.43  | 53.05±0.55 | 52.68±0.98 | 53.01±0.38 |
| Lignin*  | 8.65        | 8.46       | 8.87       | 8.63       |
| Total reducing sugar, (%)                      | 19.80±0.20  | 20.50±0.50 | 20.0±0.90  | 20.00±0.70 |
| <i>Toplam indirgenmiş şeker, (%)</i>           |             |            |            |            |
| Metabolic energy, kcal kg <sup>-1</sup> *      | 1675        | 1665       | 1670       | 1675       |
| <i>Metabolik enerji, kcal kg<sup>-1</sup>*</i> |             |            |            |            |
| Tannin, (%) ( <i>Tanin, (%)</i> )              | 18.00±0.55  | 18.97±0.43 | 18.50±0.20 | 18.60±0.70 |
| Pectin, (%) ( <i>Pektin, (%)</i> )             | 6.00±0.15   | 6.30±0.20  | 5.96±0.15  | 6.00±0.10  |

\*These are calculated values. DM, Dry Matter. \*\*P>0.05

Total increase in crude ash and protein was significantly (P<0.05) higher in *P. chrysosporium* (Figure 2.A) than those in *P. ostreatus* (Figure 1.A) fermentation.

However, there was a significant interaction between

the fungal fermentations and crude fat contents. A remarkable increase in the content of crude fat, by about 22 folds (from 0.40% to 9.0%), of apple pomace by *P. ostreatus* fermentation, whereas the fermentation of apple pomace with *P. chrysosporium*

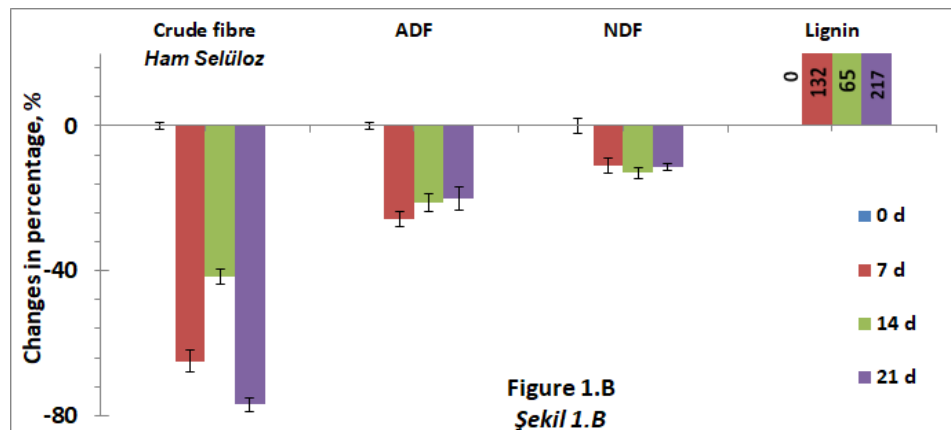
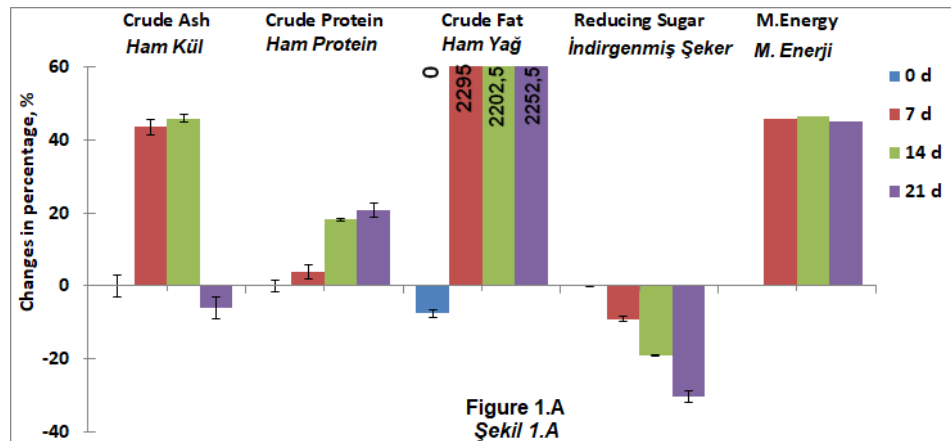


Figure 1. Changes in nutrient contents of apple pomace fermented by *P. ostreatus* (1.A and 1.B)

Şekil 1. Elma posasının *P. ostreatus* ile fermentasyonunda besin madde içeriğindeki değişim (1.A and 1.B)

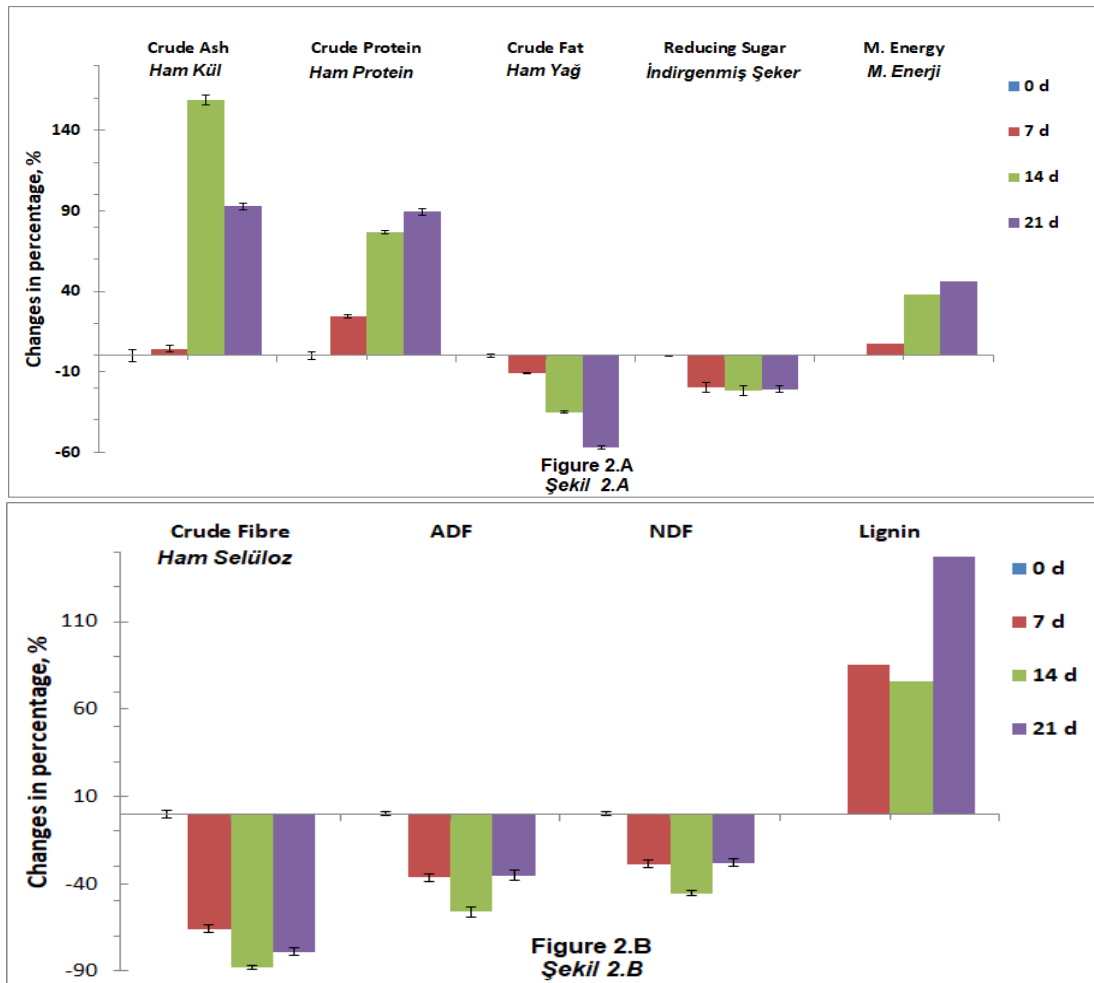


Figure 2. Changes in nutrient contents of apple pomace fermented by *P. chrysosporium* (2.A and 2.B)  
 Şekil 2. Elma posasının *P. chrysosporium* ile fermentasyonunda besin madde içeriğindeki değişim (2.A and 2.B)

significantly reduced the fat contents by up to 50% ( $P < 0.05$ ). On the other hand, the fermentations of both fungal microorganisms significantly reduced the total dietary fibre content of apple pomace up to 80% ( $P < 0.05$ ).

Results in this research were completely agreed with the results of many studies reporting an increase in crude ash and protein content as a result of the fermentation of industrial by-products with various microorganisms including *P. ostreatus* and *P. chrysosporium* (Lateef et al., 2008; Ajila et al., 2015; Madrera et al., 2017; Yasar and Tosun, 2018b). In our study, the rate of increased crude ash and protein content by *P. ostreatus* and *P. chrysosporium* fermentation was comparably higher than these results in the above studies. The reason for the increase in the amount of crude protein in this study is thought to be due to the addition of ammonium sulphate to the medium. Because, Villas-Boas et al. (2003) has been reported that the addition of ammonium sulphate to the fermentation medium has a stimulating effect on fungal and yeast fermentations and increases crude protein production in fermentation. In this study, the reason for the increase

in crude protein content more than other studies is thought to be due to the addition of ammonium sulphate to the medium. Altop et al. (2018) reported that in fungal fermentation microorganisms secrete phytase enzyme and this enzyme breaks down the phosphorus in complex form and as a result, the crude ash content of the substrate increases. In this study, the crude ash content was increased, however, the reason for the increase is not known precisely because no mineral substance analysis was performed. As a result of fermentation of industrial by-products with bacteria, yeast and fungi, it has been determined that the content of crude fat increases by 20-50% (Joshi and Devender, 2006; Madrera et al., 2017; Altop et al., 2018). Similar results were obtained from previous studies of *P. ostreatus* fermentation. In contrast to these studies, the crude fat content of apple pomace was increased by 2252% at the end of fermentation in our study. Unlike the studies in the literature, the crude fat content of apple pomace by *P. chrysosporium* fermentation decreased significantly. This is a first ever scientific outcome from the apple pomace fermentation by *P. chrysosporium*. Therefore, it is highly possible that *P. chrysosporium* needs more fatty

acids for its microbial growth than *P. ostreatus* on apple pomace.

There are many studies reporting decreased crude fibre and its fractions by the solid-state fermentation (Lateef et al., 2008; Yasar et al., 2018; Yasar and Tosun, 2018c; Karakurt et al., 2019). Altop et al. (2018) reported that the starch and sugar content of industrial by-products were reduced as a result of fungal fermentation. In our study, *P. ostreatus* and *P. chrysosporium* microorganism fermentation significantly decreased crude fibre, ADF, NDF and reducing sugar, similar to previous studies. In the fermentation study conducted by Aderemi and Nworgu (2007), it was reported that fungal microorganisms break down structural and non-structural carbohydrates by the enzymes they secrete and as a result of this degradation, crude fibre and its fractions

and sugar contents decrease. Krishna (2005), Aderemi and Nworgu, (2007) and Altop et al. (2018) report that microorganisms secrete enzymes to break down structural and non-structural carbohydrates, thereby breaking down carbohydrates to meet their carbon needs. In this study, it is concluded that microorganisms meet the carbon need for growth and development by breaking down crude fibre, ADF, NDF and reducing sugars and consequently, these contents are reduced.

Fermentation with *P. ostreatus* (Figure 2.A) significantly ( $P<0.05$ ) reduced the tannin contents and meanwhile increased the pectin contents of apple pomace. However, the changes in tannin and pectin contents throughout the fermentation periods were sporadic, not consistent by *P. ostreatus* and *P. chrysosporium* (Figure 2.B).

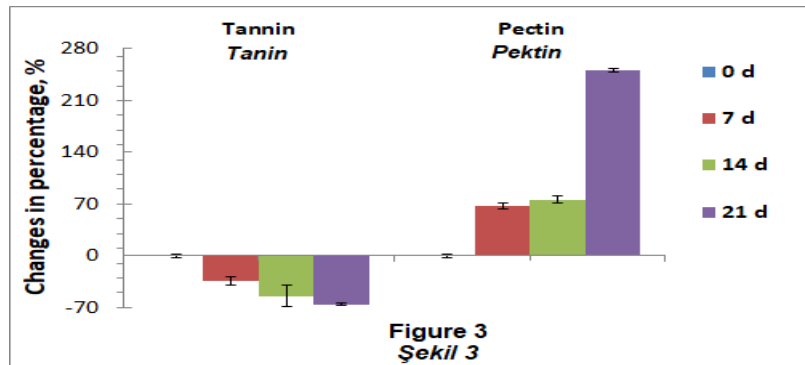


Figure 3. Changes in tannin and pectin contents of apple pomace fermented by *P. ostreatus*  
Şekil 3. Elma posasının *P. ostreatus* ile fermantasyonunda tanin ve pektin içeriklerindeki değişim

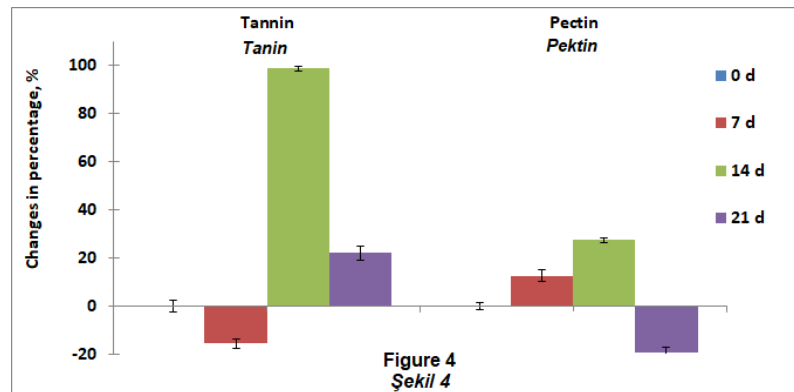


Figure 4. Changes in tannin and pectin contents of apple pomace fermented by *P. chrysosporium*  
Şekil 4. Elma posasının *P. chrysosporium* ile fermantasyonunda tanin ve pektin içeriklerindeki değişim

Degradation of tannin and pectin in apple pomace by fungal microorganisms were also reported earlier (Villas-Boas et al., 2003; Ruiz-Aguilar et al., 2004; Zhong-Tao et al., 2009). In contrary, the magnitude of tannin degradation in our study was larger with the fermentation of *P. ostreatus*, while no degradation of pectin, even led to significant increase in pectin content. Moreover, the tannin content tended to increase by the *P. chrysosporium* fermentation to a significant extend, where the pectin levels had a tendency of decrease towards to the end of

fermentation. Such differences in the pectin content of apple pomace were due to the types of fungal microorganisms differing in the production of pectin esterase enzyme (Joshi et al., 2006; Zhong-Tao et al., 2009; Dhillon et al., 2012; Yasar and Tosun, 2019b).

## CONCLUSION

It can be concluded that the studied fixed fermentation conditions selected from the literature for *P. ostreatus* and *P. chrysosporium* were well suited for the purposes of nutrient fortification of apple pomace in terms of



increased ash and crude protein as well decreased dietary fibre. This result is of significant importance in animal nutrition.

#### Acknowledgement

Many thanks to TÜBİTAK, Turkey VHAG 1001 (2140629 project number) for financial support to conduct these experiments.

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### REFERENCES

- Aderemi FA, Nworgu FC 2007. Nutritional status of cassava peels and root sieviate biodegraded with *Aspergillus niger*. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 2 (3): 308-311.
- Aggelopoulos T, Katsieris K, Bekatorou A, Pandey A, Banat IM, Koutinas AA 2014. Solid state fermentation of food waste mixtures for single cell protein, aroma volatiles and fat production. Food Chemistry, 145(4): 710–716.
- Ajila CM, Brar SK, Verma M, Tyagi RD, Valéro JR 2011. Solid-state fermentation of apple pomace using *Phanerocheate chrysosporium* – Liberation and extraction of phenolic antioxidants. Food Chemistry, 126(3): 1071-1080.
- Ajila CM, Sarma SJ, Brar SK, Godbout S, Cote M, Guay F, Verma M, Valero JR 2015. Fermented apple pomace as a feed additive to enhance growth performance of growing pigs and its effects on emissions. Agriculture, 5(2): 313-329.
- Albuquerque P, Koch M, Trossini F, Esposito TGE, Ninow JL 2006. Production of *Rhizopus oligosporus* protein by solid state fermentation of apple pomace. Brazilian Archives of Biology and Technology, 49(special): 91-100.
- Altop A, Coskun I, Filik G, Kucukgul A, Bekiroglu YG, Cayan H, Gungor E, Sahin A, Erener G 2018. Amino acid, mineral, condensed tannin, and other chemical contents of olive leaves (*Olea europaea* L.) processed via solid-state fermentation using selected *Aspergillus niger* strains. Ciencia a Investigacion Agraria, 45(2): 220-230.
- AOAC 2005. Official Methods of Analysis. 18th ed., [https://www.aoac.org/AOAC\\_Prod\\_Imis/AOAC\\_Member/Default.aspx?WebsiteKey=2e25ab5a-1f6d-4d78-a498-19b9763d11b4&hkey=8fc2171a-6051-4e64-a928-5c47dfa25797](https://www.aoac.org/AOAC_Prod_Imis/AOAC_Member/Default.aspx?WebsiteKey=2e25ab5a-1f6d-4d78-a498-19b9763d11b4&hkey=8fc2171a-6051-4e64-a928-5c47dfa25797).
- Chemesova II, Chizhikov DV 2004. Determination of tannin content in rhizomes of *Comarum palustre* L. and its tincture by spectrophotometric method. Rastitel'nye Resursy, 40(3): 122-130.
- Dhillon GS, Kaur S, Brar S, Verma M 2012. Potential of apple pomace as a solid substrate for fungal cellulase and hemi-cellulase bioproduction through solid-state fermentation. Industrial Crops and Products, 38(4): 6-13.
- Dhillon GS, Oberoi HS, Kaur S, Bansal S, Brar S 2011. Value-addition of agricultural wastes for augmented cellulase and xylanase production through solid-state tray fermentation employing mixed-culture of fungi. Industrial Crops and Products, 34(1): 1160-1167.
- FAO 2018. Food and Agricultural Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Janssen WMMA 1989. European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs. (Spelderholt Institute for Poultry Research and Information Services), 104.
- Joshi VK, Devender A 2006. Solid state fermentation of apple pomace for the production of value-added products. Natural Product Radiance, 5(4): 289-296.
- Joshi VK, Parmar M, Rana NS 2006. Pectin esterase production from apple pomace in solid-state and submerged fermentations. Food Technology and Biotechnology, 44(2): 253-256.
- Kara C, Doymaz I 2015. Effective moisture diffusivity determination and mathematical modelling of drying curves of apple pomace. Heat Mass Transfer 51(1): 983–989.
- Karakurt Y, Güvercin D, Onder S, Celik C, Tosun R, Baran B, Yasar S 2019. Chemical, enzymatic, and antioxidant enrichments of full-fat soybean and sunflower meal by *Bacillus subtilis* (ATCC® 6633™) fermentation using a solid-state bioreactor. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 43(1):82-93.
- Krishna CH 2005. Solid-state fermentation systems-an overview. Critical Reviews in Biotechnology, 25(1-2): 1-30.
- Kurt S, Buyukalaca S 2010. Yield performances and changes in enzyme activities of *Pleurotus spp.* (*P. ostreatus* and *P. sajor-caju*) cultivated on different agricultural wastes. Bioresource Technology, 101(9): 3164-3169.
- Lateef A, Oloke JK, Kana EBG, Oyeniyi SO, Onifade OR, Oyeleye AO, Oladosu OC, Oyelami AO 2008. Improving the quality of agro-wastes by solid-state fermentation: enhanced antioxidant activities and nutritional qualities. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 24(10): 2369–2374.
- Madrera RR, Bedrinana RP, Valles BS 2017. Enhancement of the nutritional properties of apple pomace by fermentation with autochthonous yeasts. Food Science and Technology, 79(6):27-33.
- Matejova S, Fikselova M, Mendelova A, Curlej J, Czako P 2019. By-Products of Plant Processing and Their Possible Application into Innovative Gluten-Free Foodstuffs. Journal of Microbiology,

- Biotechnology and Food Sciences, 9 (special): 434-438
- Mukherjee R, Chakraborty R, Dutta A 2016. Role of fermentation in improving nutritional quality of soybean meal a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(11): 1523-1529.
- Pathania S, Sharma N, Gupta D 2017. A study on cultivation and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on wheat straw mixed with horticultural waste (apple pomace) in different ratio and their nutritional evaluation. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(8): 2940-2953.
- Pfannkoch EA 2001. *The Preparation of Buffers and Other Solutions: A Chemist's Perspective. (Molecular Biology Problem Solver: A Laboratory Guide.* Edited by Alan S. Gerstein Copyright © 2001 by Wiley-Liss, Inc., ISBNs: 0-471-37972-7) 31-47.
- Ricci A, Cirilini M, Guido A, Liberatore CM, Ganino T, Lazzi C, Chiancone B 2019. From Byproduct to Resource: Fermented Apple Pomace as Beer Flavoring. *Foods*, 8(8): 1-12.
- Ruiz-Aguilar GM, Rios-Leal E, Tomasini-Campocoso A, Veloz-Rodriguez R, Barajas-Aceves M, Rodriguez-Vazquez R 2004. Effect of culture parameters on the degradation of hydrolyzable tannin extracted from cascalote by *Aspergillus niger*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 73(1): 45-52.
- Sharma PC, Gupta A, Issar K 2017. Effect of packaging and storage on dried apple pomace and fiber extracted from pomace. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1): 1-10.
- SPSS 2013. *IBM SPSS Statistics 22.0 for Windows.* Armonk, NY.
- Sudha ML, Baskaran V, Leelavathi K 2007. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chemistry*, 104(2): 686-692.
- TSE 2008. *Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds — Part 2: Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0,95; TS ISO 21527-2: 2008,* <https://www.iso.org/standard/38276.html>.
- Ulger I, Kaliber M, Ayaşan T, Küçük O 2018. Chemical composition, organic matter digestibility and energy content of apple pomace silage and its combination with corn plant, sugar beet pulp and pumpkin pulp. *South African Journal of Animal Science*, 48(3): 497-503.
- Vendruscolo F, Albuquerque PM, Streit F, Esposito E, Ninow JL 2008. Apple pomace: A versatile substrate for biotechnological applications. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28(1): 1-12.
- Villas-Boas SG, Esposito E, De Mendonca MM 2003. Bioconversion of apple pomace into a nutritionally enriched substrate by *Candida utilis* and *Pleurotus ostreatus*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 19(5): 461-467.
- Waldbauer K, McKinnon R, Kopp B 2017. Apple Pomace as Potential Source of Natural Active Compounds. *Planta Medica*, 83(12-13): 994–1010.
- Wang XP, Zhang WY 1999. Study on the determination and utilization of the pectin in haw. *Quarterly of Forest By-Product and Speciality in China*. 9(1): 13-14.
- Yasar S, Tosun R 2018a. Nutritional, enzymatic and antioxidant enrichment of apple pomace by fungal fermentations. 10. *International Animal Science Conference. 25-27 October 2018, Antalya.* S:693.
- Yasar S, Tosun R 2018b. *Pleurotus ostreatus* and *Phanerochaete chrysosporium* fermentation improved the nutritional, enzymatic and antioxidant qualities of tomato pomace. I. *International İğdir Congress on Multidisciplinary Studies. 6-7 November 2018, İğdir.* S:281.
- Yasar S, Tosun R 2018c. Predicting chemical, enzymatic and nutritional properties of fermented barley (*Hordeum vulgare* L.) by second derivate spectra analysis from attenuated total reflectance-Fourier transform infrared data and its nutritional value in Japanese quails. *Archives of Animal Nutrition*, 72(5):407-423.
- Yasar S, Tosun R 2019a. İki farklı maya karışımı kullanılarak yürütülen katı faz fermantasyon sonucu elma ve domates posasının besin madde içeriğinin artırılması. *Umteb 6. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi. 11-12 Nisan 2019, İğdir.* S:158-170.
- Yasar S, Tosun R 2019b. Yeast Fermentation Improved the Nutritional Qualities of Apple Pomace. *4th International Conference on Advances in Natural Applied Science Agriculture. 19-22 June 2019, Ağrı.* S:620-630.
- Yasar S, Tosun R, Baran B 2018. Value-added novel products obtained from whole cereal flours fermented in an optimised solid state process using *Lactobacillus salivarius* subsp. *salicinarius* rogosa et al. (Dsm 20555). *Zeugma I. International Congress on Multidisciplinary Studies, 13-16 September 2018, Gaziantep.* S:1110-1125.
- Zheng ZX, Shetty K 2000. Solid state production of polygalacturonase by *Lentinusedodes* using fruit processing wastes. *Process Biochemistry*, 35(8): 825-830.
- Zhong-Tao S, Lin-Mao T, Cheng L, Jin-Hua D 2009. Bioconversion of apple pomace into a multi enzyme bio-feed by two mixed strains of *Aspergillus niger* in solid state fermentation. *Electronic Journal of Biotechnology*, 12(1): 1-9.

## Expression Profiles of Inflammation-related MicroRNAs in *Mycoplasma bovis* Infected Milk of Holstein-Friesian and Doğu Anadolu Kırmızısı Cows

Selçuk ÖZDEMİR

Atatürk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Genetics, Erzurum, Turkey

<https://orcid.org/0000-0001-7539-0523>

✉: selcuk.ozdemir@atauni.edu.tr

### ABSTRACT

*Mycoplasma bovis* is an important pathogen associated with several clinical diseases in cattle, such as mastitis, arthritis, and pneumonia. In this study, we aimed to identify miRNA candidate biomarkers associated with inflammation in *Mycoplasma bovis* -infected milk samples and normal milk samples of Holstein-Friesian (HF) and Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) cows in Turkey. The expression levels of miRNAs in milk from mastitis-infected cows and uninfected cows were analyzed using a qRT-PCR. The results revealed that miR-21, miR-146a, miR-155, miR-222, miR-383, miR-200a, miR-205, miR-122, and miR-182 were upregulated in mastitis milk. Among the miRNA candidate biomarkers, miR-21 and miR-222 were significantly upregulated only in mastitis milk samples from HF cows, and miR-146a and miR-383 were significantly upregulated only in mastitis milk samples from DAK cows. These results shed light on miRNA candidate biomarkers in milk from HF and DAK cows with subclinical mastitis. The upregulated miRNAs detected in the present study could be used as biomarkers in the diagnosis of subclinical mastitis caused by *Mycoplasma bovis*.

### Research Article

### Article History

Received : 19.12.2019

Accepted : 06.02.2020

### Keywords

Microna  
Biomarker  
*Mycoplasma Bovis*  
Subclinic Mastitis  
Milk

## Siyah Alaca ve Doğu Anadolu Kırmızısı Irkına Ait Sığırların *Mycoplasma bovis* ile Enfekte Sütlerinden Köken Alan Eksozomlardaki Yangı İle İlişkili miRNA'ların Ekspresyon Profili

### ÖZET

*Mikoplazma bovis*, sığırlarda mastitis, artrit ve pnömoni gibi çeşitli klinik hastalıklarla ilişkili önemli bir ajandır. Bu çalışmada, Türkiye'de yetiştirilen Siyah Alaca (SA) ve Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) sığırlarına ait *Mycoplasma bovis* ile enfekte subklinik mastitli ve normal sütlerde inflamasyon ile ilişkili miRNA adaylarının belirlenmesi amaçlandı. Mastitli ve normal sığırlardan elde edilen sütteki miRNA'ların ekspresyon seviyeleri qRT-PCR ile analiz edildi. MiR-21, miR-146a, miR-155, miR-222, miR-383, miR-200a, miR-205, miR-122, miR-182'nin ekspresyon düzeylerinin her iki sığıra ait mastitli sütte arttığı gözlemlendi. Bununla birlikte, miR-21 ve miR-222'nin Holştayn sığırının mastitli sütünde önemli ölçüde arttığı, miR-146a ve miR-383'ün ise DAK sığırının mastitli sütünde önemli ölçüde arttığı belirlendi. Sonuç olarak, subklinik mastitli sütte ekspresyon düzeyi artan miRNA adayları Holştayn ve DAK sığırlarında belirlendi. Araştırmadan elde edilen bulgular, subklinik mastitis sütünde ekspresyon düzeyi artan miRNA'ların *Mycoplasma bovis*'in neden olduğu subklinik mastit tanısında biyobelirteç olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 19.12.2019

Kabul Tarihi : 06.02.2020

### Anahtar Kelimeler

Mikrona  
Biomarkör  
*Mikoplazma Bovis*  
Subklinik Mastitis  
Süt

**To Cite :** Özdemir S 2020. Expression Profiles of Inflammation-related MicroRNAs in *Mycoplasma bovis* Infected Milk of Holstein-Friesian and Doğu Anadolu Kırmızısı Cows. KSU J. Agric Nat 23 (3): 762-771. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.661708.

### INTRODUCTION

Mastitis is defined as an inflammatory response caused by infection of mammary gland tissue. Mastitis

occurs in many mammalian species, especially in dairy cows (Gomes and Henriques, 2016). Mastitis in dairy cows causes direct and indirect economic losses. Direct losses are caused by treatment costs, un-used milk,

personnel expenses, deaths, and recurrence of mastitis. Indirect losses are due to decreased milk yields and milk quality, increased separation processes, decreased animal welfare, and other health problems (Petrovski et al., 2006). Infections with *Enterobacter spp.* including *staphylococci* and *streptococci*, are responsible for the majority of mastitis cases. Recent studies reported that *Mycoplasma bovis* (*M. bovis*) caused mastitis in dairy cows (Rossetti et al., 2010; Wisselink et al., 2019; Appelt et al., 2019; Behera et al., 2018; Cai et al., 2005; Vahanikkila et al., 2019; Murai and Higuchi, 2019; Al-Farha et al., 2018; Al-Farha et al., 2017).

Mastitis can be divided into clinical and subclinical. The risk of contamination in cases of clinical mastitis can be averted by separating the infected animal from the herd. However, in subclinical mastitis, the animal does not show clinical signs at an early stage and therefore remains in the herd, allowing mastitis agents to be transmitted to other animals in the herd (Gusmann et al., 2019a; Gusmann et al., 2019b). The latter can result in severe economic losses (Jiang et al., 2019). A number of biomarkers, including NAGase, serum amyloid A, haptoglobin, and cytoplasmic enzymes (e.g., lactate dehydrogenase), can be used to detect subclinical mastitis. (Issaq and Blonder, 2009). Recently, biomarker efforts have been thought for use as biomarkers for the detection of microRNAs (miRNAs) found in milk microvesicles of cows with mastitis. Identification of miRNA markers that can be used in the diagnosis of mastitis would offer an effective alternative (Deb et al., 2013).

MiRNAs are small RNAs, about 22 nucleotides in length, that regulate gene expression by binding to the complementary sequence of the target mRNA or the 3'UTR region. They originate from precursor miRNAs composed of 70 nucleotides (Berezikov 2011; Jin et al., 2014). Recent studies reported that some miRNAs associated with inflammation (i.e., miR-21, miR-146a, miR-155, miR-222, miR-383, miR-200a, miR-205, miR-122, and miR-182) were highly expressed in mastitis milk (Lai et al., 2017; Luoreng et al., 2018). The aim of this study was to determine the expression levels of these miRNAs in milk from Holstein-Friesian (HF) and Doğu Anadolu Kırmızısı (DAK) cows with subclinical mastitis caused by *M. bovis* and uninfected milk from these animals.

## MATERIALS and METHODS

### Sample collection

Milk samples were collected from HF ( $n = 40$ ; Healthy=6, Infected=34) and DAK ( $n = 40$ ; Healthy=7, Infected=33) cows in third lactation. Milk from one cow was treated as one specimen. The California Mastitis Test (CMT) (Bergonier et al., 2003) and milk somatic cell counts by Coulter (Miller et al., 1986) were performed to detect mastitis cases. Addition, it was

evaluated whether clinical symptoms were present or not. CMT ++ and CMT +++ cows with somatic cell counts of more than 200,000 in at least one-quarter and cows with no clinic symptoms served as the subclinical mastitis group. CMT+ cows with a somatic cell count of less than 200,000 in all quarters (cranial and caudal and left and right side) served as the normal group (Tables 1 and 2). After collection, the milk samples were transferred into sterile falcon tubes. The milk samples were stored at  $-80^{\circ}\text{C}$  until the analysis.

### Detection of mastitis pathogens using the RT-PCR method

Four mastitis-causing pathogens, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *M. bovis*, and other *Mycoplasma spp.*, were detected in milk samples using a VetMAX™ MastiType Myco8 Kit (Thermo) according to the manufacturer's protocol. DNA isolation from all the milk samples was performed using a MagMAX DNA Multi-Sample Ultra Kit 2.0 (Thermo) according to the manufacturer's protocol. MastiType Positive Control was used as a positive control, and nuclease-free water instead of sample DNA was used as a mastitis negative control. The RT-PCR conditions were  $95^{\circ}\text{C}$  for 10 min,  $95^{\circ}\text{C}$  for 5 s, and  $60^{\circ}\text{C}$  for 1 min for 40 cycles.

### Verification of *M. bovis* using the RT-PCR method

The primer sequences of the *uvrC* gene of *M. bovis* were obtained from a previous study: Mbov\_uvrC\_R, 5'-GAATTTACGCAAGAGAATGCTTCA-3'; Mbov\_uvrC\_R, 5'-GCAATGCCTCTTTATTTGTTTTACAG-3' (Rossetti et al. 2010). To detect the *uvrC* gene in *M. bovis*-positive milk samples, an RT-PCR assay was performed using a CFX96 Touch Real-Time PCR Detection System (Bio-Rad, USA). The reaction volume was 25  $\mu\text{l}$ . The mixture was as follows; 12.5  $\mu\text{l}$  of QuantiTect SYBR Green (Qiagen, Germany), 1  $\mu\text{l}$  of forward and reverse primers (100 nmol), 2  $\mu\text{l}$  of milk lysates, and 8.5  $\mu\text{l}$  of ultrapure water. The PCR conditions were as follows:  $95^{\circ}\text{C}$  for 10 min,  $95^{\circ}\text{C}$  for 15 s,  $60^{\circ}\text{C}$  for 30 s, and  $72^{\circ}\text{C}$  for 30 for 40 cycles. The PCR products were analyzed in 1% agarose gel.

### Exosome isolation

First, 5 ml of *M. bovis* negative and *M. bovis*-positive milk were centrifuged at  $2,500 \times g$  for 10 min to remove cells and fat deposits. Subsequently, the supernatant was centrifuged at  $12,000 \times g$  at  $4^{\circ}\text{C}$  for 30 min to remove cellular residues. The supernatant was then collected and centrifuged at 120,000 rpm and  $4^{\circ}\text{C}$  for 4 h using a Beckman Coulter (USA) ultracentrifuge. The samples were then stored in a  $-80^{\circ}\text{C}$  freezer until the analysis (Gu et al., 2012; Li et al., 2016).

Table 1. CMT scores and cell count results for collected milk samples from HF cows

Çizelge 1. SA ineklerinden toplanan süt numuneleri için CMT skorları ve hücre sayısı sonuçları

| Sample No<br>Örnek No | CMT score<br>CMT skoru | Cell count<br>Hücre sayısı | Clinical Signs<br>Klinik bulgular | Group<br>Grup        |
|-----------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 1                     | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 2                     | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 3                     | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 4                     | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 5                     | -                      | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 6                     | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 7                     | -                      | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 8                     | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 9                     | -                      | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 10                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 11                    | -                      | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 12                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 13                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 14                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 15                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 16                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 17                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 18                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 19                    | -                      | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 20                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 21                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 22                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 23                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 24                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 25                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 26                    | -                      | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 27                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 28                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 29                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 30                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 31                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 32                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 33                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 34                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 35                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 36                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 37                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 38                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 39                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 40                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |

#### Total RNA Isolation and cDNA Synthesis

Total RNA was isolated from the obtained exosomes samples using Trizol (Invitrogen, USA). RNA concentration was evaluated with NanoDrop (Epoch Microplate Spectrophotometer, USA). RNA quality was determined using gel electrophoresis (Thermo Fisher). cDNA synthesis was conducted using the miScript Reverse Transcription Kit (Qiagen, Germany). cDNA samples were stored at -20 °C for the further analysis (Ozdemir and Comakli, 2018).

#### Real time PCR

The expression levels of miR-21, miR-146a, miR-155, miR-222, miR-383, miR-200a, miR-205, miR-122, and miR-182 were determined using RT-PCR (BioRad CFX96). QuantiTect SYBR® Green PCR Kits (Qiagen, Germany) were used in this experiment. The CT/CQ values were evaluated with the  $2^{-(CT_{miRNA}-CT_{5SRNA})}$  method (Ozdemir and Comakli, 2018). 5S snRNA was used as internal control. The primers for miRNAs were designed using Primer 3 program. The primers are shown in Table 3.

Table 2. CMT scores and cell count results for collected milk samples from DAK cows

Çizelge 2. DAK ineklerinden toplanan süt numuneleri için CMT skorları ve hücre sayısı sonuçları

| Sample No<br>Örnek no | CMT score<br>CMT skoru | Cell count<br>Hücre sayısı | Clinical Signs<br>Klinik bulgular | Group<br>Grup        |
|-----------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 1                     |                        | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 2                     | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 3                     |                        | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 4                     | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 5                     | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 6                     | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 7                     | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 8                     | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 9                     | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 10                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 11                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 12                    |                        | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 13                    |                        | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 14                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 15                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 16                    |                        | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 17                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 18                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 19                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 20                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 21                    |                        | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 22                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 23                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 24                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 25                    |                        | ≤200.000                   | None                              | normal               |
| 26                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 27                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 28                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 29                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 30                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 31                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 32                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 33                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 34                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 35                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 36                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 37                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 38                    | 2+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 39                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |
| 40                    | 3+                     | ≥200.000                   | None                              | subclinical mastitis |

Table 3. Summary of miRNA primers sequences for the RT-PCR

Çizelge 3. RT-PCR için miRNA primer dizileri

| Name (İsim)         | Sequence (5' → 3') (Dizi) | Length (nt) (Uzunluk) | GC (%) |
|---------------------|---------------------------|-----------------------|--------|
| <i>bta-miR-21</i>   | TAGCTTATCAGACTGATGTTGACT  | 24                    | 40.9   |
| <i>bta-miR-146a</i> | CCCATGTGTATCCTCAGCTTT     | 21                    | 59.1   |
| <i>bta-miR-155</i>  | TGTTAATGCTAATCGTGATTT     | 21                    | 77.3   |
| <i>bta-miR-222</i>  | AGCTACATCTGGCTACTGGGT     | 21                    | 45.5   |
| <i>bta-miR-383</i>  | AGATCAGAAGGTGATTGTGGCT    | 22                    | 52.4   |
| <i>bta-miR-200a</i> | TAACACTGTCTGGTAACGATGTT   | 23                    | 39.1   |
| <i>bta-miR-205</i>  | TCCTTCATTCCACCGGAGTCTG    | 22                    | 54.54  |
| <i>bta-miR-122</i>  | TGGAGTGTGACAATGGTGTTTG    | 22                    | 45.45  |
| <i>bta-miR-182</i>  | TTTGGCAATGGTAGAACTCACACT  | 24                    | 41.6   |

### Statistical analysis

One-Way Analysis of Variance (ANOVA, IBM SPSS 20) used to detect statistically differences miRNA expressions between normal and *M. Bovis* positive milk samples. Statistically differences were considered to be significant at  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  and  $p < 0.001$

(Ozdemir and Comakli, 2018).

Permission for the study was obtained from the Animal Experiments Local Ethics Committee of Ataturk University with the decision of the meeting dated 28.07.2017 and numbered 1700212429

Table 4. Pathogens detection results in the HF milk samples

Çizelge 4. SA ırkına ait süt örneklerinde patojenlerin saptanma sonuçları

| Sample No (Örnek No) | Target result (Hedef sonuç) | Ct value (Ct değeri) | Pathogen type (Patojen tipi)    |
|----------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1                    | positive                    | 20                   | <i>Streptococcus agalactiae</i> |
| 2                    | positive                    | 22                   | <i>Staphylococcus aureus</i>    |
| 3                    | positive                    | 21                   | <i>Mycoplasma bovis</i>         |
| 4                    | positive                    | 20                   | <i>Mycoplasma spp</i>           |
| 5                    | negative                    | ND                   | -                               |
| 6                    | positive                    | 22                   | <i>Streptococcus agalactiae</i> |
| 7                    | negative                    | ND                   | -                               |
| 8                    | positive                    | 23                   | <i>Streptococcus agalactiae</i> |
| 9                    | negaitve                    | ND                   | -                               |
| 10                   | positive                    | 25                   | <i>Staphylococcus aureus</i>    |
| 11                   | negative                    | ND                   | -                               |
| 12                   | positive                    | 24                   | <i>Mycoplasma bovis</i>         |
| 13                   | positive                    | 20                   | <i>Mycoplasma bovis</i>         |
| 14                   | positive                    | 22                   | <i>Mycoplasma bovis</i>         |
| 15                   | positive                    | 21                   | <i>Streptococcus agalactiae</i> |
| 16                   | positive                    | 23                   | <i>Streptococcus agalactiae</i> |
| 17                   | positive                    | 24                   | <i>Streptococcus agalactiae</i> |
| 18                   | positive                    | 25                   | <i>Mycoplasma bovis</i>         |
| 19                   | negative                    | ND                   | -                               |
| 20                   | positive                    | 22                   | <i>Streptococcus agalactiae</i> |
| 21                   | positive                    | 23                   | <i>Streptococcus agalactiae</i> |
| 22                   | positive                    | 24                   | <i>Staphylococcus aureus</i>    |
| 23                   | positive                    | 23                   | <i>Mycoplasma spp</i>           |
| 24                   | positive                    | 20                   | <i>Staphylococcus aureus</i>    |
| 25                   | positive                    | 20                   | <i>Mycoplasma bovis</i>         |
| 26                   | negative                    | ND                   | -                               |
| 27                   | positive                    | 20                   | <i>Mycoplasma bovis</i>         |
| 28                   | positive                    | 20                   | <i>Streptococcus agalactiae</i> |
| 29                   | positive                    | 22                   | <i>Mycoplasma bovis</i>         |
| 30                   | positive                    | 20                   | <i>Mycoplasma bovis</i>         |
| 31                   | positive                    | 24                   | <i>Mix infection</i>            |
| 32                   | positive                    | 26                   | <i>Mix infection</i>            |
| 33                   | positive                    | 22                   | <i>Mix infection</i>            |
| 34                   | positive                    | 19                   | <i>Mix infection</i>            |
| 35                   | positive                    | 25                   | <i>Mix infection</i>            |
| 36                   | positive                    | 21                   | <i>Mix infection</i>            |
| 37                   | positive                    | 27                   | <i>Mix infection</i>            |
| 38                   | positive                    | 23                   | <i>Mix infection</i>            |
| 39                   | positive                    | 22                   | <i>Mix infection</i>            |
| 40                   | positive                    | 20                   | <i>Mix infection</i>            |

## RESULTS

### Detection of pathogens in milk samples

All milk samples were analyzed for common pathogens associated with mastitis. In the HF milk samples, *S. agalactiae* (n = 9), *S. aureus* (n = 4), *M. bovis* (n = 9),

other *Mycoplasma spp.* (n = 2), and mix infected (n=10) were detected (Table 4). In the DAK milk samples, *S. agalactiae* (n = 8), *S. aureus* (n = 8), *M. bovis* (n = 6), other *Mycoplasma spp.* (n = 1), and mix infected (n=10) were detected (Table 5).

Table 5. Pathogens detection results in the DAK milk samples

Çizelge 5. DAK ırkına ait süt örneklerinde patojenlerin saptanma sonuçları

| <u>Sample No (Örnek No)</u> | <u>Target result (Hedef Sonuç)</u> | <u>Ct value (Ct değeri)</u> | <u>Pathogen type (Patojen tipi)</u> |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1                           | negative                           | ND                          | -                                   |
| 2                           | positive                           | 23                          | <i>Staphylococcus aureus</i>        |
| 3                           | negative                           | ND                          | -                                   |
| 4                           | positive                           | 19                          | <i>Staphylococcus aureus</i>        |
| 5                           | positive                           | 23                          | <i>Staphylococcus aureus</i>        |
| 6                           | positive                           | 25                          | <i>Streptococcus agalactiae</i>     |
| 7                           | positive                           | 22                          | <i>Mycoplasma bovis</i>             |
| 8                           | positive                           | 21                          | <i>Streptococcus agalactiae</i>     |
| 9                           | positive                           | 22                          | <i>Mycoplasma bovis</i>             |
| 10                          | positive                           | 21                          | <i>Staphylococcus aureus</i>        |
| 11                          | positive                           | 22                          | <i>Mycoplasma bovis</i>             |
| 12                          | negative                           | ND                          | -                                   |
| 13                          | negative                           | ND                          | -                                   |
| 14                          | positive                           | 22                          | <i>Mycoplasma bovis</i>             |
| 15                          | positive                           | 24                          | <i>Streptococcus agalactiae</i>     |
| 16                          | negative                           | ND                          | -                                   |
| 17                          | positive                           | 20                          | <i>Streptococcus agalactiae</i>     |
| 18                          | positive                           | 20                          | <i>Streptococcus agalactiae</i>     |
| 19                          | positive                           | 23                          | <i>Staphylococcus aureus</i>        |
| 20                          | positive                           | 21                          | <i>Streptococcus agalactiae</i>     |
| 21                          | negative                           | ND                          | -                                   |
| 22                          | positive                           | 24                          | <i>Staphylococcus aureus</i>        |
| 23                          | positive                           | 21                          | <i>Mycoplasma spp</i>               |
| 24                          | positive                           | 22                          | <i>Staphylococcus aureus</i>        |
| 25                          | negative                           | ND                          | -                                   |
| 26                          | positive                           | 22                          | <i>Mycoplasma bovis</i>             |
| 27                          | positive                           | 23                          | <i>Mycoplasma bovis</i>             |
| 28                          | positive                           | 25                          | <i>Streptococcus agalactiae</i>     |
| 29                          | positive                           | 19                          | <i>Streptococcus agalactiae</i>     |
| 30                          | positive                           | 21                          | <i>Staphylococcus aureus</i>        |
| 31                          | positive                           | 20                          | <i>Mix infection</i>                |
| 32                          | positive                           | 21                          | <i>Mix infection</i>                |
| 33                          | positive                           | 25                          | <i>Mix infection</i>                |
| 34                          | positive                           | 22                          | <i>Mix infection</i>                |
| 35                          | positive                           | 22                          | <i>Mix infection</i>                |
| 36                          | positive                           | 23                          | <i>Mix infection</i>                |
| 37                          | positive                           | 21                          | <i>Mix infection</i>                |
| 38                          | positive                           | 19                          | <i>Mix infection</i>                |
| 39                          | positive                           | 24                          | <i>Mix infection</i>                |
| 40                          | positive                           | 22                          | <i>Mix infection</i>                |

#### Detection of *M. bovis uvrC* gene using the RT-PCR method

RT-PCR was performed to detect *M. bovis uvrC* gene in milk samples which were identified as normal and subclinical mastitis. The milk samples identified as subclinic mastitis were found to be *M. bovis* positive and the normal milk samples were found to be *M. Bovis* negative (Table 6).

#### Relative expression profiles of miRNA candidate biomarkers

The expression levels of inflammation-related miRNAs in exosomes from the mastitis milk samples and

normal milk samples from HF (n=9) and DAK (n=6) cows were analyzed. The results showed that the expression levels of miR-21, miR-146a, miR-155, miR-222, miR-383, miR-200a, miR-205, miR-122, and miR-182 were markedly upregulated in the mastitis milk samples as compared with that in the normal milk samples ( $p < 0.05$ ). Among the miRNA candidate biomarkers, miR-21 and miR-222 ( $p < 0.01$ ) were significantly upregulated in mastitis milk from HF cows, and miR-146a and miR-383 were significantly upregulated in mastitis milk from DAK cows ( $p < 0.01$ ) (Figs. 1, 2, 3).



Table 6. Detection of *M. bovis uvrC* in serial 10-fold dilutions by RT-PCR

Çizelge 6. RT-PCR ile seri 10 kat seyreltmelerde *M. bovis uvrC* saptanması.

| Dilutions                  | 10 <sup>0</sup> | 10 <sup>1</sup> | 10 <sup>2</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Real-time PCR <sup>a</sup> | Positive (3/3)  | Positive (3/3)  | Positive (3/3)  | Positive (3/3)  | Positive (3/3)  |
| Ct values <sup>b</sup>     | 21.2 ± 0.2      | 24.2 ± 0.1      | 28.9 ± 0.4      | 33.5 ± 0.6      | 37.9 ± 0.1      |

a results from 5 analyses. b mean values and standard errors from 3 measurements

a 5 analizden elde edilen sonuçlar. b 3 ölçümdeki ortalama değerler ve standart hatalar

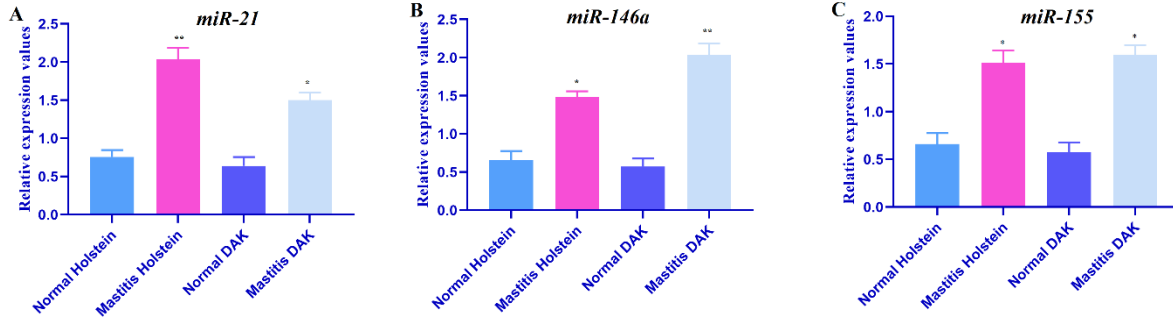


Figure 1. Relative expression profiles of miR-21, miR-146a, and miR-155 in the normal and mastitic milk of HF and DAK

Şekil 1. SA ve DAK ırkına ait mastitli ve normal sütlerdeki miR-21, miR-146a ve miR-155'in ekspresyon profili.

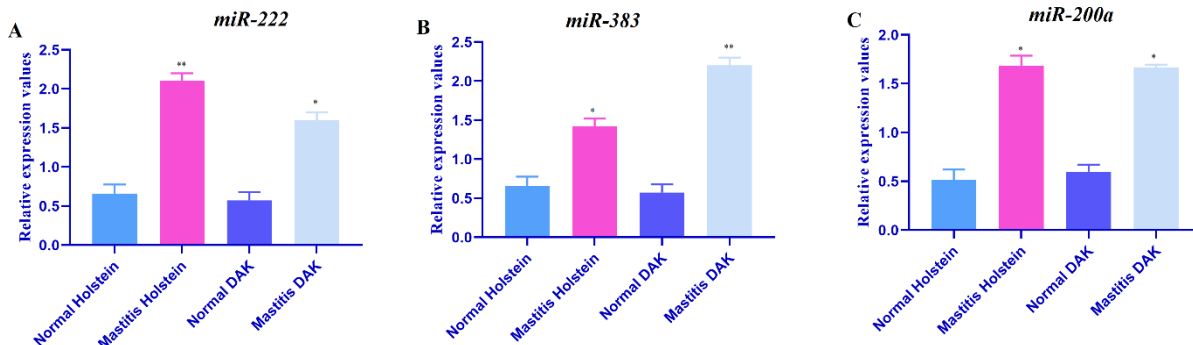


Figure 2. Relative expression profiles of miR-222, miR-383, and miR-200a in the normal and mastitic milk of HF and DAK.

Şekil 2. SA ve DAK ırkına ait mastitli ve normal sütlerdeki miR-222, miR-383 ve miR-200a'nın ekspresyon profili.

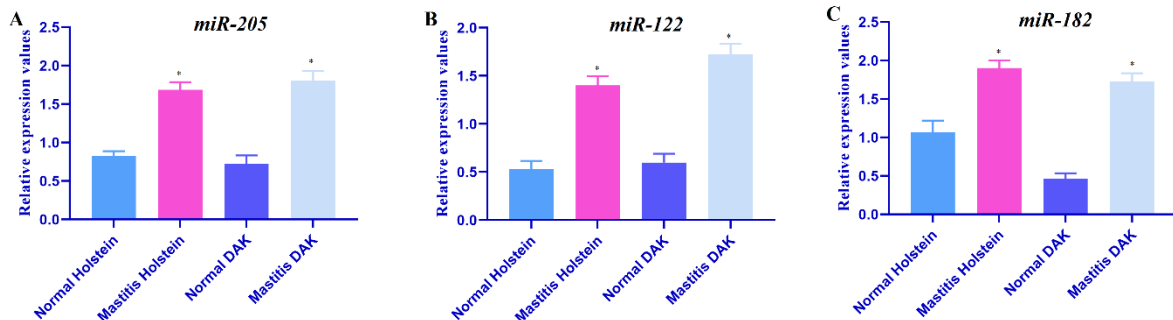


Figure 3. Relative expression profiles of miR-205, miR-122, and miR-182 in the normal and mastitic milk of HF and DAK.

Şekil 3. SA ve DAK ırkına ait mastitli ve normal sütlerdeki miR-205, miR-122 ve miR-182'nin ekspresyon profili.

## DISCUSSION

Failure to detect subclinical mastitis promptly allows the infection to spread rapidly (Halasa et al., 2007; Hughes and Watson, 2018). Increasing evidence in recent years suggests that *M. bovis* is a major cause of

severe mastitis infections (Vahanikkila et al., 2019; Murai and Higuchi, 2019; Josi et al., 2018) and that *M. bovis* is more frequently detected than other pathogens in subclinical mastitis (Al-Farha et al., 2017; Fox 2012; Nicholas et al., 2016). Therefore, the development of

diagnostic methods that can detect subclinical mastitis at an early stage is important. In our study, *M. bovis* was detected in 9 of 40 milk samples from HF cows and in 6 of 40 milk samples from DAK cows. The results of the CMT and cell counting methods confirmed showed that the animals had subclinical mastitis.

Previous research demonstrated that changes in miRNA expression levels played an important role in inflammatory infections, such as mastitis. Recent studies reported that miRNA expression levels in cows with mastitis were altered in mammary epithelial cells, milk exosomes, and mammary gland tissue (Sheedy and O'Neill, 2008; Jin et al., 2014; Naeem et al., 2012; Lawless et al., 2013; Sun et al., 2015; Li et al., 2015). In the current study, the expression levels of various miRNAs were upregulated in milk infected with *M. bovis*, suggesting that miRNAs may play a role in bovine mastitis caused by *M. bovis*. The findings of this study point to the potential value of these molecular-based biomarkers of mastitis in milk infected with *M. bovis*.

HF cattle are bred in Aegean Turkey, Marmara, and the Mediterranean region, and are known to have the highest milk yield in the world; however, the HF is a sensitive breed against epidemics and parasitic diseases, climatic conditions, and unfavorable stable conditions despite the high milk yield (Akyüz, 2008). DAK is a breed bred in high-altitude areas, especially in Erzurum located in the Eastern Anatolia Region of our country, and is resistant to harsh winters and inappropriate barn conditions, inadequate care and feeding, and epidemics and parasitic diseases (Özdemir, 2011). miRNA candidate biomarkers, including miR-21 and miR-222 were significantly upregulated in mastitis milk from HF cows, whereas miR-146a and miR-383 were significantly upregulated in mastitis milk from DAK cows. This was the important point of this study. Particularly, miR-146a and miR-383 have more gene targets that are related with inflammatory pathways compared to other miRNA candidates. Furthermore, miR-21 and miR-222 have gene targets that are related to both inflammatory pathways and milk synthesis. These results may reveal the phenotypic differences between the two races.

Liquid isolated from body fluids, such as blood, milk and urine, facilitates the diagnosis of diseases (Weber et al., 2010). Previous research indicated that circulating miRNAs in blood, milk, saliva, and urine could be used as diagnostic or prognostic markers in various diseases (Larrea et al., 2016). The suitability of miRNAs in bovine milk as biomarkers for mastitis caused by *M. bovis* was evaluated in the present study. The results indicated that many miRNAs had high predictive values, with high sensitivity and specificity in terms of *M. bovis*-positive versus negative milk. The results illustrate the potential of miRNAs in milk as

biomarkers of mastitis.

In dairy cows, mastitis cases could occurred as a mix infection. In this study, a total of 20 mix infections were found for both HF and DAK cows, which was considered to be quite high for particular study. The spread of mixed infections is faster and more difficult to treat. Considering all these, more effective methods should be developed for early diagnosis and treatment of mastitis cases.

## CONCLUSION

In conclusion, the expression levels of miR-21, miR-146a, miR-155, miR-222, miR-383, miR-200a, miR-205, miR-122, and miR-182 were significantly upregulated in *M. bovis*-positive milk from HF and DAK cows. Our findings suggest that inflammation-related miRNA expression levels in HF and DAK cow milks was altered in the presence of mastitis and that these miRNAs could be used as biomarkers of bovine mastitis caused by *M. bovis*.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Atatürk University (Project Code: TCD-2017-6381, Project ID: 6381).

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## REFERENCES

- Al-Farha AA, Hemmatzadeh F, Khazandi M, Hoare A, Petrovski K 2017. Evaluation of effects of *Mycoplasma mastitis* on milk composition in dairy cattle from South Australia. *BMC veterinary research* 13 (1):351.
- Al-Farha AA, Khazandi M, Hemmatzadeh F, Jozani R, Tearle R, Hoare A, Petrovski K 2018. Evaluation of three cryoprotectants used with bovine milk affected with *Mycoplasma bovis* in different freezing conditions. *BMC research notes* 11 (1):216.
- Akyüz, B.B., D. Ertuğrul, O. İşcan, K.M., 2008. Türkiye’de Yetiştirilen Holştayn ve Bazı Yerli Sığır Irklarında Citrullinemia Allelinin Belirlenmesi. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 5, 1-20.
- Appelt S, Aly SS, Tonooka K, Glenn K, Xue Z, Lehenbauer TW, Marco ML 2019. Development and comparison of loop-mediated isothermal amplification and quantitative polymerase chain reaction assays for the detection of *Mycoplasma bovis* in milk. *Journal of dairy science* 102 (3):1985-1996.
- Behera S, Rana R, Gupta PK, Kumar D, Sonal, Rekha V, Arun TR, Jena D 2018. Development of real-time PCR assay for the detection of *Mycoplasma bovis*. *Tropical animal health and production* 50 (4):875-882.

- Berezikov E 2011. Evolution of microRNA diversity and regulation in animals. *Nature reviews Genetics* 12 (12):846-860.
- Bergonier D, de Cremoux R, Rupp R, Lagriffoul G, Berthelot X 2003. Mastitis of dairy small ruminants. *Veterinary Research* 34(5):689-716.
- Cai HY, Bell-Rogers P, Parker L, Prescott JF 2005. Development of a real-time PCR for detection of *Mycoplasma bovis* in bovine milk and lung samples. *Journal of veterinary diagnostic investigation : official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc* 17 (6):537-545.
- Deb R, Kumar A, Chakraborty S, Verma AK, Tiwari R, Dhama K, Singh U, Kumar S 2013. Trends in diagnosis and control of bovine mastitis: a review. *Pakistan journal of biological sciences* 16 (23):1653-1661.
- Fox LK 2012. *Mycoplasma mastitis: causes, transmission, and control*. *The Veterinary clinics of North America Food animal practice* 28 (2):225-237.
- Gomes F, Henriques M 2016. Control of Bovine Mastitis: Old and Recent Therapeutic Approaches. *Current microbiology* 72 (4):377-382.
- Gu Y, Li M, Wang T, Liang Y, Zhong Z, Wang X, Zhou Q, Chen L, Lang Q, He Z, Chen X, Gong J, Gao X, Li X, Lv X 2012. Lactation-related microRNA expression profiles of porcine breast milk exosomes. *PloS one* 7 (8):e43691.
- Gussmann M, Steeneveld W, Kirkeby C, Hogeveen H, Farre M, Halasa T 2019a. Economic and epidemiological impact of different intervention strategies for subclinical and clinical mastitis. *Preventive veterinary medicine* 166:78-85. doi:10.1016/j.prevetmed.2019.03.001
- Gussmann M, Steeneveld W, Kirkeby C, Hogeveen H, Nielen M, Farre M, Halasa T 2019b. Economic and epidemiological impact of different intervention strategies for clinical contagious mastitis. *Journal of dairy science* 102 (2):1483-1493. doi:10.3168/jds.2018-14939
- Halasa T, Huijps K, Osteras O, Hogeveen H 2007. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: a review. *The Veterinary quarterly* 29 (1):18-31.
- Hughes K, Watson CJ 2018. The Mammary Microenvironment in Mastitis in Humans, Dairy Ruminants, Rabbits and Rodents: A One Health Focus. *Journal of mammary gland biology and neoplasia* 23 (1-2):27-41.
- Issaq HJ, Blonder J 2009. Electrophoresis and liquid chromatography/tandem mass spectrometry in disease biomarker discovery. *Journal of chromatography B, Analytical technologies in the biomedical and life sciences* 877 (13):1222-1228.
- Jiang Q, Zhao H, Li R, Zhang Y, Liu Y, Wang J, Wang X, Ju Z, Liu W, Hou M, Huang J 2019. In silico genome-wide miRNA-QTL-SNPs analyses identify a functional SNP associated with mastitis in Holsteins. *BMC genetics* 20 (1):46.
- Jin W, Ibeagha-Awemu EM, Liang G, Beaudoin F, Zhao X, Guan le L 2014. Transcriptome microRNA profiling of bovine mammary epithelial cells challenged with *Escherichia coli* or *Staphylococcus aureus* bacteria reveals pathogen directed microRNA expression profiles. *BMC genomics* 15:181.
- Josi C, Burki S, Stojiljkovic A, Wellnitz O, Stoffel MH, Pilo P 2018. Bovine Epithelial in vitro Infection Models for *Mycoplasma bovis*. *Frontiers in cellular and infection microbiology* 8:329.
- Lai YC, Fujikawa T, Maemura T, Ando T, Kitahara G, Endo Y, Yamato O, Koiwa M, Kubota C, Miura N 2017. Inflammation-related microRNA expression level in the bovine milk is affected by mastitis. *PloS one* 12 (5):e0177182.
- Larrea E, Sole C, Manterola L, Goicoechea I, Armesto M, Arestin M, Caffarel MM, Araujo AM, Araiz M, Fernandez-Mercado M, Lawrie CH 2016. New Concepts in Cancer Biomarkers: Circulating miRNAs in Liquid Biopsies. *International journal of molecular sciences* 17 (5).
- Lawless N, Foroushani AB, McCabe MS, O'Farrelly C, Lynn DJ 2013. Next generation sequencing reveals the expression of a unique miRNA profile in response to a gram-positive bacterial infection. *PloS one* 8 (3):e57543.
- Li N, Ma J, Guarnera MA, Fang H, Cai L, Jiang F 2014. Digital PCR quantification of miRNAs in sputum for diagnosis of lung cancer. *Journal of cancer research and clinical oncology* 140 (1):145-150.
- Li R, Dudemaine PL, Zhao X, Lei C, Ibeagha-Awemu EM 2016. Comparative Analysis of the miRNome of Bovine Milk Fat, Whey and Cells. *PloS one* 11 (4):e0154129.
- Li R, Zhang CL, Liao XX, Chen D, Wang WQ, Zhu YH, Geng XH, Ji DJ, Mao YJ, Gong YC, Yang ZP 2015. Transcriptome microRNA profiling of bovine mammary glands infected with *Staphylococcus aureus*. *International journal of molecular sciences* 16 (3):4997-5013.
- Luoreng ZM, Wang XP, Mei CG, Zan LS 2018. Expression profiling of peripheral blood miRNA using RNAseq technology in dairy cows with *Escherichia coli*-induced mastitis. *Scientific reports* 8 (1):12693.
- Ma J, Li N, Guarnera M, Jiang F 2013. Quantification of Plasma miRNAs by Digital PCR for Cancer Diagnosis. *Biomarker insights* 8:127-136.
- Miller RH, Paape MJ, Acton JC 1986. Comparison of milk somatic cell counts by Coulter and Fossomatic Counters. *Journal of Dairy Science*. 69(7):1942-6.
- Murai K, Higuchi H 2019. Prevalence and risk factors of *Mycoplasma bovis* infection in dairy farms in northern Japan. *Research in veterinary science*

- 123:29-31.
- Naeem A, Zhong K, Moisa SJ, Drackley JK, Moyes KM, Loo JJ 2012. Bioinformatics analysis of microRNA and putative target genes in bovine mammary tissue infected with *Streptococcus uberis*. *Journal of dairy science* 95 (11):6397-6408.
- Özdemir, M., 2011. Doğu Anadolu Kırmızısı ve Melezi Sığırların Büyüme Hormonu Geni Genetik Varyasyonunun İncelenmesi. *J. of Agricultural Faculty of Atatürk Univ* 42, 159-163.
- Ozdemir S, Comakli S 2018. Investigation of the interaction between bta-miR-222 and the estrogen receptor alpha gene in the bovine ovarium. *Reproductive biology* 18 (3):259-266.
- Petrovski KR, Trajcev M, Buneski G 2006. A review of the factors affecting the costs of bovine mastitis. *Journal of the South African Veterinary Association* 77 (2):52-60
- Rossetti BC, Frey J, Pilo P 2010. Direct detection of *Mycoplasma bovis* in milk and tissue samples by real-time PCR. *Molecular and cellular probes* 24 (5):321-323.
- Sheedy FJ, O'Neill LA 2008. Adding fuel to fire: microRNAs as a new class of mediators of inflammation. *Annals of the rheumatic diseases* 67 (3):50-55.
- Sun J, Aswath K, Schroeder SG, Lippolis JD, Reinhardt TA, Sonstegard TS 2015. MicroRNA expression profiles of bovine milk exosomes in response to *Staphylococcus aureus* infection. *BMC genomics* 16:806.
- Vahanikkila N, Pohjanvirta T, Haapala V, Simojoki H, Soveri T, Browning GF, Pelkonen S, Wawegama NK, Autio T 2019. Characterisation of the course of *Mycoplasma bovis* infection in naturally infected dairy herds. *Veterinary microbiology* 231:107-115.
- Weber JA, Baxter DH, Zhang S, Huang DY, Huang KH, Lee MJ, Galas DJ, Wang K 2010. The microRNA spectrum in 12 body fluids. *Clinical chemistry* 56 (11):1733-1741.
- Wisselink HJ, Smid B, Plater J, Ridley A, Andersson AM, Aspan A, Pohjanvirta T, Vahanikkila N, Larsen H, Hogberg J, Colin A, Tardy F 2019. A European interlaboratory trial to evaluate the performance of different PCR methods for *Mycoplasma bovis* diagnosis. *BMC veterinary research* 15 (1):86.

## Kuzularda Yetiştirme Tipinin Regresyon Ağacı Algoritmaları Tahmin Performansına Etkisi

Adile TATLIYER

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş  
<https://orcid.org/0000-0002-4239-7072>  
✉: atatliyer@ksu.edu.tr

### ÖZET

Bu araştırma, yetiştirme tipi elit ve taban olan İvesi ırkı kuzuların sütten kesim ağırlıkları üzerine CART, CHAID ve Exhausted CHAID algoritmalarının tahminleme performanslarını karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmada Osmaniye Toprakkale ilçesinde bulunan farklı yetiştirme tipi uygulayan (elit ve taban) iki işletmeden elde edilen 2014-2015 yıllarında Kasım-Ocak aylarında doğmuş toplam 331 baş İvesi ırkı kuzu kaydı kullanılmıştır. Elit sürü tipinde doğan kuzuların doğum ağırlığı (DA) ortalaması  $4.92 \pm 0.05$  kg; taban sürüde doğan kuzuların DA ortalaması ise  $4.11 \pm 0.07$  kg; elit sürüde yetişen kuzuların sütten kesim ağırlığı (SKA) ortalaması  $14.35 \pm 0.12$  kg; taban sürüde yetişenlerin ise  $13.89 \pm 0.16$  kg olduğu görülmüştür. Her iki sürüde (elit ve taban) doğumdaki ana yaşı, doğum tipi, cinsiyet, doğum ayı, sütten kesim zamanı ve doğum ağırlığı bağımsız değişken olarak kullanılırken, sütten kesim ağırlığı bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. CART, CHAID ve Exhausted CHAID algoritmalarını mukayese etmek için *RMSE*, *MAPE*, *RAE*, *SD<sub>ratio</sub>* ve *MAD* uyum iyiliği kriterleri ile Pearson korelasyon katsayısı (*r*), *R<sup>2</sup><sub>Adj</sub>* ve *R<sup>2</sup>* değerleri kullanılmıştır. Her iki sürüde en yüksek *R<sup>2</sup>* değeri CART algoritması ile elde edilmiştir. Bu çalışma ile yetiştirici koşullarında yapılan seleksiyon çalışmalarında CART algoritması iyi bir araç olarak değerlendirilebilir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 26.11.2019  
Kabul Tarihi : 16.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

İvesi  
Veri madenciliği  
Sürü tipi

## The Effects of Raising Type on Performances of Some Data Mining Algorithms in Lambs

### ABSTRACT

The present study was conducted to compare the predictive performances of CART, CHAID and Exhausted CHAID algorithms to estimate weaning weight (WW) of Awassi lambs raised in elite and base flock. In accordance with this purpose, 331 Awassi lamb (born between November- and January in 2014-2015) records were collected from base flock and elite flock in Toprakkale, Osmaniye province. Birth weight (BW) of Awassi lambs in elite flock and base flock were  $4.11 \pm 0.07$  kg and  $4.92 \pm 0.05$  kg, respectively; weaning weight (WW) of Awassi lambs in elite and base flock were  $14.35 \pm 0.12$  kg and  $13.89 \pm 0.16$  kg, respectively. In both flock (elite and base), dam age at birth, birth type, sex, month, weaning time and birth weight were used as independent variables, while weaning weight was used as dependent variable. In order to compare CART, CHAID and Exhausted CHAID algorithms *RMSE*, *MAPE*, *RAE*, *SD<sub>ratio</sub>* and *MAD* goodness of fit criteria and Pearson correlation coefficient (*r*), *R<sup>2</sup><sub>Adj</sub>* and *R<sup>2</sup>* were used. The highest *R<sup>2</sup>* value in both flocks was obtained by the CART algorithms. As a result, in this study, CART algorithm can be evaluated as a good tool in selection studies performed in growing conditions.

### Research Article

#### Article History

Received : 26.11.2019  
Accepted : 16.01.2020

#### Keywords

Awassi  
Data mining  
Flock type

To Cite : Tatliyer A 2020. Kuzularda Yetiştirme Tipinin Regresyon Ağacı Algoritmaları Tahmin Performansına Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (3): 772-780. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.651232

### GİRİŞ

Koyunculuk dünyada olduğu gibi Türkiye’de

hayvansal üretimde önemli bir yere sahiptir. Türkiye’de koyun yetiştiriciliği ile geçimini sağlayan

insanların sosyo-ekonomik düzeyi ve Türkiye'nin gerek coğrafi yapısından dolayı koyun yetiştiriciliğinin doğal mera alanlarına dayalı olması koyunculüğün minimum maliyetle yapılabilen bir yetiştirme faaliyeti olduğunun göstergesi niteliğindedir (Koyuncu, 2012).

TÜİK verilerine göre Türkiye koyun varlığı 2017 yılında 33 milyon başın üzerine çıkmıştır (TÜİK, 2018). Bununla birlikte hayvanların genetik niteliği beklenenin oldukça altındadır (Yağcı ve ark., 2018). Yetiştiriciliğin öğrenilen geleneksel üretime dayalı olması, yetiştiricilerin örgütlenememesi, hayvansal ürünlerin pazar fiyatını belirleyen devlet kurumlarının özelleştirilmesi ve küçükbaş yetiştiriciliğine yapılan teşviklerin yetersizliği nitelikli damızlık hayvanların yetiştirilememesinde etkili etmenler olduğu söylenebilir.

Küçükbaşta genetik niteliğin belirlenmesi ve çağdaş bir yönelime doğru ilerlenebilmesi amacıyla 2005 yılında Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından başlatılan devlet desteği alt yapısı ile "Halk Elinde Küçükbaş Hayvan Islahı Ülkesel Projesi" uygulanmaya başlanmıştır (Cengiz ve ark., 2015). Söz konusu 2005 yılında devreye sokulup 2006 yılında genişletilen proje ile yetiştiricilerin nitelikli damızlık hayvan yetiştirmesi hususunda bilgi ve deneyimlerini artırarak kayıtlı hayvancılığa geçiş uygulamaya konulmuştur (Yağcı ve ark., 2018). Uygulanan projede numaralandırma ile kayıt sistemi oluşturulmuş, kaydı alınan hayvanlardan oluşan sürüye "elit" alınmayan sürülere ise "taban sürü" denilmiştir. Halk elinde ıslah projelerinde sürü yetiştirme planında taban sürülerden alınan en iyi dişiler elit sürülere aktarılmıştır. Bu süreçte elit sürüler ile gelecekteki hayvan ıslahı programlarına yön verilmesi hedeflenmiştir.

Söz konusu uygulanan bu girişimle ıslah programlarının hayata aktarılabilmesi için muazzam büyüklükteki veri kayıtları oluşturulmuştur. Bu verilerin yorumlanabilmesi ve anlamlı bir hale getirilebilmesi için çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Ne var ki araştırmacılar tarafından en çok tercih edilen istatistiksel metot Genel Doğrusal Modeller (GLM) olmuştur (Eyduvan ve ark., 2008). GLM gibi modellerde verilerin normal dağılması gibi bazı varsayım şartlarının yerine getirilmediği durumlarda istatistiksel yöntemler yetersiz kalmakta ve yöntemlerin güvenilirliği de düşmektedir (Khan ve ark., 2014). Bununla birlikte kullanılan istatistiksel yöntemlerin etkinliği uygulanacak ıslah programlarına da yön vermektedir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak karmaşık yapıdaki verilerin çözümlenmesinde kolaylık sağlayan veri madenciliği uygulamalarına yönelim son yıllarda giderek artmış ve hayvancılık alanı da dahil olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılmaya başlanmıştır (Temel ve ark., 2010).

Küçükbaş hayvancılık araştırmalarında veri madenciliği yöntemlerinden CART, CHAID ve Exhausted CHAID algoritmalarının kullanıldığı pek çok çalışma bulunmaktadır (Olfaz ve ark., 2019; Balta ve Topal, 2018; Ali ve ark., 2015). Bu çalışmanın amacı CART, CHAID ve Exhausted CHAID algoritmalarının etkinliğini sürü tipine göre (elit sürü ve taban sürü) mukayese ederek hayvan ıslahı projelerindeki temel taş olan elit sürüden elde edilen verilerin yorumlanabilmesini sağlamak, İvesi kuzularında ırk standartlarını belirleyebilmek ve seleksiyonda yardımcı olabilmektir.

## MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada Osmaniye ili Toprakkale ilçesinde bulunan iki farklı işletmeden elde edilen toplamda 331 baş İvesi ırkı kuzu kayıtları kullanılmıştır. Kuzu kaydı alınan işletmelerin birinin yetiştirme tipi elit (ana-baba kaydı düzenli olarak tutulmuş) diğerinin yetiştirme tipi ise taban sürüdür (ana-baba kaydı düzenli olarak tutulmamış).

Araştırmaya dahil olan işletmelerde koyunlar kış aylarında ağılda tutulmuş, beslenmelerinde ise ağırlıklı olarak kuru ot samanı, yer fıstığı samanı ve pamuk tohumu küspesi verilmiştir. Bahar döneminde koyunların beslenmesi yaylaya veya meraya dayalı olmuştur ve ek yem verilmemiştir. Her iki sürüde kuzu kayıtları 2014-2015 sezonundan alınmıştır. Elit sürüde doğumlar Aralık-Ocak aylarında gerçekleşirken, taban sürüde Kasım-Aralık-Ocak aylarında gerçekleşmiştir. Her iki sürüde serbest koç katımı Haziran ayı ortasından itibaren yapılmıştır. Doğumu takiben kuzulara kulak küpesi takılmış ve 10 grama duyarlı hassas terazi ile tartılmıştır. Kuzular ortalama 60 günlük yaşta sütten kesilmiş olup sütten kesim ağırlıkları kayda alınmıştır. Bu çalışmada toplamda 331 kuzunun sütten kesim ağırlığının tahmini CART, CHAID ve Exhausted CHAID algoritmaları kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Her iki sürüde (elit ve taban) ananın doğumdaki yaşı, doğum tipi, cinsiyet, doğum ayı, sütten kesim zamanı ve doğum ağırlığı bağımsız değişken olarak kullanılırken, sütten kesim ağırlığı bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.

Veri madenciliği karmaşık yapıdaki veri setlerinden anlamlı bilgileri kullanarak tahminleme yapabilen bir yöntemdir (Küçükönder ve ark., 2014). Veri madenciliğinde en çok kullanılan yöntem ağaç yapısına dayalı sınıflama ve regresyon ağacı algoritmalarıdır. Bağımlı değişkenin sürekli olması ile oluşan yapıya "Regresyon Ağacı" denilmektedir (Koç, 2016). Bağımlı değişkenin kategorik olması ile oluşan yapıya ise "Sınıflama Ağacı" olarak tanımlanmaktadır (Oruçoğlu, 2011).

Regresyon ağacı metodu parametrik testler için önemli olan varsayımlar gerektirmeyen (normallik, homojenlik gibi), aynı zamanda çoklu bağlantılılık,

kayıp gözlem ve uç değerlerden etkilenmeyen görsel üstünlüğe sahip bir metottur (Mendes ve Akkartal, 2009).

Regresyon ağacı metodu ile oluşturulan diyagramla bağımsız değişkenlerin aralarındaki etkileşim ve bağımlı değişkenleri hangi bağımsız değişkenlerin etkilediği kolaylıkla görülmektedir. Aynı zamanda regresyon ağacı metodu, ağaç yapılarının oluşturulmasında kullanılan karar kurallarının yine kolaylıkla anlaşılmasına izin vermektedir (Akşahan ve Keskin, 2015).

Regresyon ağacında en popüler olan algoritmalar ise sürekli, nominal ve ordinal yapıdaki değişkenlerin çözümlenmesinde rahatlıkla kullanılabilen CART (Classification and Regression trees; Sınıflama ve Regresyon Ağacı Algoritması), CHAID (Chi Squared Automatic Interaction Detector; Otomatik Ki-Kare Etkileşim Belirleme) ve Exhausted CHAID (Kapsamlı CHAID) algoritmalarıdır. CART, CHAID ve Exhausted CHAID algoritmalarının her bir aşamada ağaç yapısının oluşturulması, bölünmenin sonlandırılması ya da budama ve her bölünmede her bir bağımsız değişken için bağımlı değişkenin değerini tahmin edilerek en uygun ağaç yapısının elde edilmesi olarak üç ana işlevi bulunmaktadır (Loh, 2011; Moghadam ve ark., 2016; Ali ve ark., 2015; Chang ve ark., 2006).

Ağaç yapısına dayalı bu algoritmalar olan CART, Breiman ve ark. tarafından (1984) yılında geliştirilmiş olup, her düğümden (node) iki yavru düğüm (child node) oluşturan ve bu işlemi gözlenen değişken ile tahmin değişkeni arasında en güçlü korelasyonun elde edildiği homojen düğümlerin oluşmasına kadar devam ettiren bir algoritmadır (Camdeviren ve ark., 2007). CART algoritması aşırı dallanmaya eğilim gösteren bir algoritma olmasından dolayı, uygulamada budama işleminin araştırmacı tarafından bizzat devreye sokulması gerekmektedir. Bununla birlikte, üzerinde durulan veri setini eğitim ve test olmak üzere setlere ayrılması (genellikle bu oranın 80:20 olarak tavsiye edilir), ağaç derinliğinin hassas bir şekilde tanımlanması ve ebeveyn-yavru düğümdeki birey sayısının ayarlanması gerekmektedir. Aksi takdirde non-parametrik ve görsel olan CART algoritmasının yorumlanması güç olabilmektedir. Veri setinin eğitim-test olarak ayrılması hususunda diğer bir alternatif ise veri seti üzerine ortalama bir hata değerini hesaplayabilmek için çarpaz geçerlilik değerinin 10 olarak alınmasıdır (Sevgenler, 2019).

CHAID ve Exhausted CHAID algoritmaları ile en uygun ağaç yapısının elde edilmesi üç aşamadan oluşmaktadır: birleştir, böl ve durdur. Kass (1980) tarafından geliştirilen CHAID algoritmasında, CART algoritmasının aksine ikiden fazla bölünme gerçekleşmektedir. Exhausted CHAID algoritması ise sadece birleştirme aşaması farklı olan CHAID algoritmasının geliştirilmiş halidir (Ali ve ark., 2015).

CHAID ve Exhausted CHAID algoritmaları ki-kare analizinde önemli sonuç çıkıncaya kadar analize devam eder (Wilkinson, 1992). CART algoritmasında ise, bağımlı değişkendeki gözlenen ve beklenen değerler arasında en güçlü korelasyon elde edilinceye analiz devam eder (Camdeviren ve ark., 2007).

Bu üç ağaç yapısına dayalı veri madenciliği algoritmaları arasındaki bir diğer fark; CART algoritmasında bölünme kriteri Gini index kuralına düzeltme yapılırken, CHAID ve Exhausted CHAID algoritmasında Bonferroni kriterine göre düzeltme yapılmaktadır (Hastie ve ark., 2001; Celik ve ark., 2017).

Hayvan yetiştirme ve ıslahı alanında çeşitli araştırmalarda sıklıkla ağaç yapısına dayalı veri madenciliği algoritmalarına başvurulmaktadır (Balta ve Topal, 2018; Grzesiak ve Zaborski, 2012; Olfaz ve ark., 2019). CART, CHAID ve Exhausted CHAID algoritmalarının performanslarının karşılaştırılabilmesi amacıyla Ali ve ark.'nın (2015) bildirdiği uyum iyiliği kriterleri kullanılmıştır. Bunlar aşağıda belirtildiği gibidir:

Bağımlı değişken bakımından gerçek değerler ve tahmin edilen değerler arasındaki Pearson korelasyon katsayısı (r),

Varyasyon katsayısı (coefficient of variation, coeffvar):

$$coeff\ var = \frac{S}{\bar{X}} * 100$$

Determinasyon Katsayısı (Coefficient of Determination,  $R^2$ )

$$R^2 = \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2} \right]$$

Düzeltilmiş Determinasyon Katsayısı (Adjusted Coefficient of Determination,  $R^2_{Adj}$ )

$$R^2_{Adj} = \left[ 1 - \frac{\frac{1}{n-k-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\frac{1}{n-k} \sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2} \right]$$

Hata kareler ortalamasının karekökü (Root-mean-square error, RMSE)  $RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2}$

Ortalama hata (Mean error, ME):  $ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})$

Ortalama mutlak sapma (Mean absolute deviation, MAD):  $MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - y_{ip}|$

Standart sapma oranı (Standard deviation ratio,  $SD_{ratio}$ ):  $SD_{ratio} = \frac{s_m}{s_d}$

Global nispi yaklaşık hata (Global relative

$$\text{approximation error, RAE): } RAE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{ip})^2}{\sum_{i=1}^n y_i^2}}$$

Ortalama mutlak yüzde hata (Mean absolute

$$\text{percentage error, MAPE): } MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - y_{ip}}{y_i} \right| \cdot 100$$

$n$ : Veri setindeki hayvan sayısı;  $k$ : Modelde bulunan parametrelerinin sayısı;  $y_i$ :  $i$ . hayvana ait bağımlı değişken değeri;  $y_{ip}$ :  $i$ . hayvana ait bağımlı değişkenin tahmin değeri;  $s_m$ : Model hata terimlerinin standart sapması ve  $s_d$ : Bağımlı değişkenin standart sapmasını ifade etmektedir.

En uygun model seçiminde yukarıda adı geçen uyum iyiliği kriterleri kullanılmıştır. Model karşılaştırmaları en düşük *RMSE*, *MAPE*, *RAE*, *coeffvar*, *SDratio* ve *MAD* değerleri ile en yüksek Pearson korelasyon katsayısı ile birlikte  $R^2_{Adj}$  ve  $R^2$

değerine göre yapılmıştır.

IBM SPSS 23 programı (Analysis > Classify > Tree) ile ağaç yapısına dayalı CART, CHAID ve Exhaustive CHAID algoritmaları analizleri yapılmıştır. En yüksek tahmin performansını elde etmek amacıyla ebeveyn-yavru düğümdeki minimum hayvan sayıları elit sürü ve taban sürüde 12:6 olarak ayarlanmıştır. Çapraz geçerlilik değeri ise her iki sürüde 10 olarak ayarlanmıştır. Bu analizlerin sonucunda bulunan bağımlı değişkene ait tahmini değerler ile gözlenen (gerçek) değerler bir not defteri dosyasına kaydedilmiş ve ardından ücretsiz olarak indirilip kullanılabilen R STUDIO yazılımı ile uyum iyiliği kriterleri hesaplanmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Aynı bölgede bulunan ve yetiştirme tipi elit ve taban olan iki farklı işletmede bulunan İvesi ırkı kuzuların sütten kesim ağırlıklarına ait tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Elit ve taban sürülerde İvesi kuzularının sütten kesim ve doğum ağırlıklarına ait tanımlayıcı istatistikleri

Table 1. Descriptive statistics of weaning weights and birth weights of Awassi lambs in elite and base flock

|          | Yetiştirme Tipi (Flock type) | N   | $\bar{X} \pm S_x$ | S    | Min   | Max   |
|----------|------------------------------|-----|-------------------|------|-------|-------|
| SKA (WW) | Taban (Base)                 | 151 | 13.88±0.16        | 2.01 | 8.77  | 18.12 |
|          | Elit (Elite)                 | 180 | 14.35±0.12        | 1.63 | 10.12 | 16.71 |
| DA (BW)  | Taban (Base)                 | 151 | 3.91±0.07         | 0.85 | 2.05  | 5.99  |
|          | Elit (Elite)                 | 180 | 4.11±0.05         | 0.67 | 2.47  | 5.14  |

$\bar{X}$ : Ortalama (Mean);  $S_x$ : Standart Hata (Standard Error); S: Standart Sapma (Standard deviation); Min: En az (Minimum) Max: En çok (Maximum)

Elit sürüde İvesi kuzularının sütten kesim ağırlığı 14.35±0.12 iken, taban sürülerde 13.88±0.16 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde elit sürüde İvesi kuzularının doğum ağırlığı 4.11±0.05 iken taban sürüde 3.91±0.07 olduğu görülmüştür.

Varyans analizleri uygulamalarında sağlanması gereken “normallik” gibi çeşitli varsayımlar regresyon

ağacı analizlerinde gerekli değildir ve veriler görsel olarak kolaylıkla yorumlanabilmektedir (Celik ve ark., 2017). Çapraz geçerlilik değerinin 10 olarak ayarlandığı bu çalışmadaki regresyon ağacı (CART, CHAID ve Exhaustive CHAID) algoritmalarının uyum iyiliği kriterlerine göre sonuçları Çizelge 2’de belirtildiği gibidir.

Çizelge 2. Elit ve taban sürülerde sütten kesim ağırlığı (SKA) için regresyon ağacı algoritmalarının uyum iyiliği kriterleri

Table 2. Goodness of fit criteria of regression tree algorithms for weaning weights in elite and base flock

| SKA (WW)                | Elit Sürü (Elite) (n=180) |                 |       | Taban Sürü (Base) (n=151) |                 |        |
|-------------------------|---------------------------|-----------------|-------|---------------------------|-----------------|--------|
|                         | CHAID                     | Exhausted CHAID | CART  | CHAID                     | Exhausted CHAID | CART   |
| Uyum iyiliği kriterleri |                           |                 |       |                           |                 |        |
| <i>pearcorr</i>         | 0.991                     | 0.989           | 0.997 | 0.781                     | 0.781           | 0.814  |
| <i>Coeffvar</i>         | 1.157                     | 1.656           | 0.945 | 9.046                     | 9.047           | 8.407  |
| <i>Sdratio</i>          | 0.134                     | 0.146           | 0.083 | 0.624                     | 0.625           | 0.580  |
| <i>RMSE</i>             | 0.217                     | 0.237           | 0.135 | 1.250                     | 1.251           | 1.163  |
| <i>ME</i>               | -0.001                    | -0.001          | 0.001 | 0.002                     | 0.002           | -0.001 |
| <i>RAE</i>              | 0.015                     | 0.016           | 0.009 | 0.088                     | 0.089           | 0.083  |
| <i>MAPE</i>             | 1.174                     | 1.257           | 0.756 | 7.542                     | 7.543           | 6.907  |
| <i>MAD</i>              | 0.155                     | 0.165           | 0.102 | 0.991                     | 0.991           | 0.917  |
| <i>Rsq</i>              | 0.982                     | 0.979           | 0.993 | 0.610                     | 0.610           | 0.663  |
| <i>AdjRsq</i>           | 0.982                     | 0.979           | 0.993 | 0.602                     | 0.602           | 0.656  |



Çizelge 2’de özetlendiği gibi, elit sürüde sütten kesim ağırlığının gözlenen değerleri ile regresyon ağacı algoritmaları (CHAID, Exhaustive CHAID ve CART) kullanılarak tahmin edilen değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları sırasıyla 0.991, 0.989 ve 0.997’dir ve oldukça yüksektir. Taban sürüde Pearson korelasyon katsayıları daha düşüktür ve tahmin edilen değerlerle gözlenen değerler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları sırasıyla 0.781, 0.781 ve 0.814’tir. Farklı büyüklükteki verileri standardize ederek mukayese edebilen bir değişim ölçüsü olan varyasyon katsayılarına bakıldığında, elit sürüdeki varyasyon katsayılarının taban sürüde elde edilen değerlerden oldukça farklı olduğu görülmüştür. Elit sürüde varyasyon katsayısı (*coeffvar*) 0.9 ile 1.6 arasında değişkenlik göstermiştir, taban sürüde VK ise 8.4 ile 9.04 arasında değişmiştir. Elit sürüdeki regresyon ağacı algoritmalarının *coeffvar* sıralaması Exhaustive CHAID > CHAID > CART şeklindedir. Taban sürüdeki regresyon ağacı algoritmalarının *coeffvar* sıralaması ise Exhaustive CHAID = CHAID > CART şeklindedir. Standart sapma oranı (*SDratio*) elit sürüde 0.08-0.14 arasında değişirken, taban sürüde daha yüksek olup 0.58 ile 0.62 arasındadır.

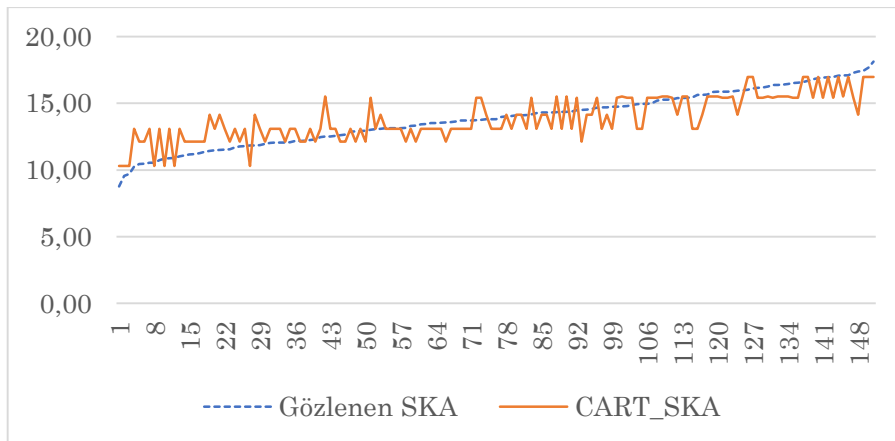
Çizelge 1’de görüldüğü üzere, taban sürüdeki regresyon ağaçlarına ilişkin uyum iyiliği kriterlerine bakıldığında CHAID ve Exhausted CHAID algoritmalarına ait değerlerin hemen hemen aynı olduğu görülmüştür. Bununla birlikte taban sürüde determinasyon katsayıları ( $R^2=0.61$ ) ve düzeltilmiş determinasyon katsayıları ( $R^2_{Adj}=0.60$ ) her iki algoritma için aynı bulunmuştur. Taban sürüde CART algoritması ile elde edilen determinasyon ( $R^2$ ) ve düzeltilmiş determinasyon katsayısı ( $R^2_{Adj}$ ) CHAID ve Exhausted CHAID algoritmaları ile elde edilen değerlerden daha yüksek olup sırasıyla 0.66 ve 0.65 olduğu görülmüştür. Elit sürüde ise CHAID, Exhausted CHAID ve CART ile elde edilen  $R^2$  ve  $R^2_{Adj}$  değeri taban sürüdeki değerlerden yüksek olup 0.98 ile 0.99 arasında değişmiştir.

Model karşılaştırmaları en düşük *RMSE*, *MAPE*, *RAE*, *coeffvar*, *SDratio* ve *MAD* değerleri ile en yüksek Pearson korelasyon katsayına,  $R^2_{Adj}$  ve  $R^2$  değerine göre değerlendirilmiş ve buna göre hem elit sürüde hem de taban sürüde CART algoritmasının en uygun algoritma olduğu görülmüştür.  $R^2$  değerleri bakımından değerlendirildiğinde, elit sürüdeki sütten kesim ağırlığındaki varyasyonun % 99.3’ü, taban sürüdeki sütten kesim ağırlığındaki varyasyonun % 66.3’ü CART algoritması ile önemli bulunan bağımsız değişkenler tarafından açıklanmıştır.

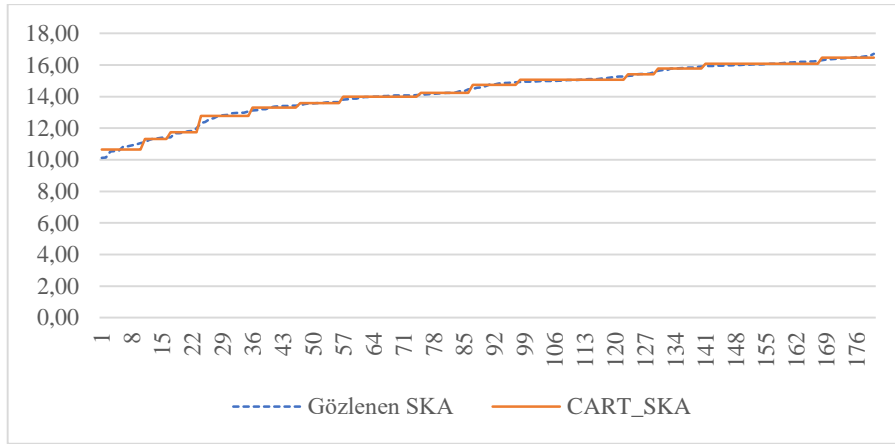
Bununla birlikte CART algoritmasının tahmin performansının hem taban sürüde hem de elit sürüde gerçek ve tahmin değerler arasındaki uyumu gösteren grafikler Şekil 1 ve Şekil 2’de belirtilmiştir. Buna göre CART algoritması elit sürüde hayvanların sütten kesim ağırlığına ilişkin tahmin değerlerinin gerçek değerleri daha iyi yansıttığı görülmektedir.

Elit sürüdeki CART algoritması ile elde edilen ağaç diyagramı Şekil 3’de görüldüğü gibidir. Şekil 3 incelendiğinde CART algoritması ile modelde bulunan tüm bağımsız değişkenler elenip (doğum ağırlığı, doğum tipi, cinsiyet, doğum zamanında ananın yaşı, sütten kesim zamanı) sadece en anlamlı bağımsız değişkenin doğum ağırlığı olduğu görülmektedir. Elit sürüde üç ağaç derinliği olup dallanmalar sadece doğum ağırlığı faktörüne göre form almıştır. Düğüm 0 diğer bir ifade ile kök düğüm elit sürüdeki kuzuların sütten kesim ağırlığına ilişkin bazı tanımlayıcı istatistiklerini de kısaca özetlemektedir ( $14.35 \pm 1.63$ ).

Birinci ağaç derinliğinde bulunan Düğüm 1’de ve ikinci ağaç derinliğinde bulunan Düğüm 4’de bulunan İvesi ırkı kuzular kendi içinde homojen olduklarından dolayı başka ağaç derinliklerinde düğümlere bölünmemiştir. Bununla birlikte kendi içinde homojen olup dallanma yapmayan düğümlere “Terminal Düğüm” denilmektedir (Eyduvan ve ark., 2008). Şekil 3 incelendiğinde, Düğüm 5 ve Düğüm 6 da Terminal düğümler olarak tanımlanabilmektedir.



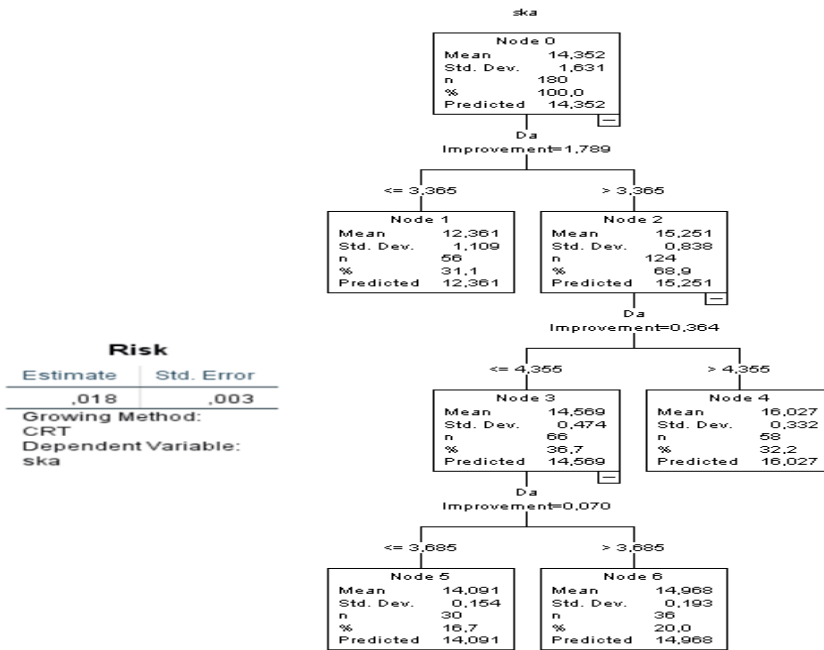
Şekil 1. Taban sürüde uygulanan CART algoritması için uyum grafiği  
Figure1. Graph of goodness for CART algorithms in base flock



Şekil 2. Elit sürüde uygulanan CART algoritması için uyum grafiği  
Figure 2. Graph of goodness for CART algorithms in base flock

Elit sürüde en yüksek süttten kesim ağırlığı  $Da > 4.35$  olan kuzularda; en düşük süttten kesim ağırlığı ise  $Da < 3.36$  olan kuzularda görülmüştür. CART algoritması ile sadece doğum ağırlığına bakarak süttten kesim

ağırlığı hakkında yorum yapılabilir; en yüksek ve en düşük süttten kesim ağırlığına sahip olan kuzular görsel olarak kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.



Şekil 3. Elit sürüdeki CART algoritması ile elde edilen regresyon ağacı diyagramı.  
Figure 3. Regression tree diagram obtained by CART algorithm in elite flock

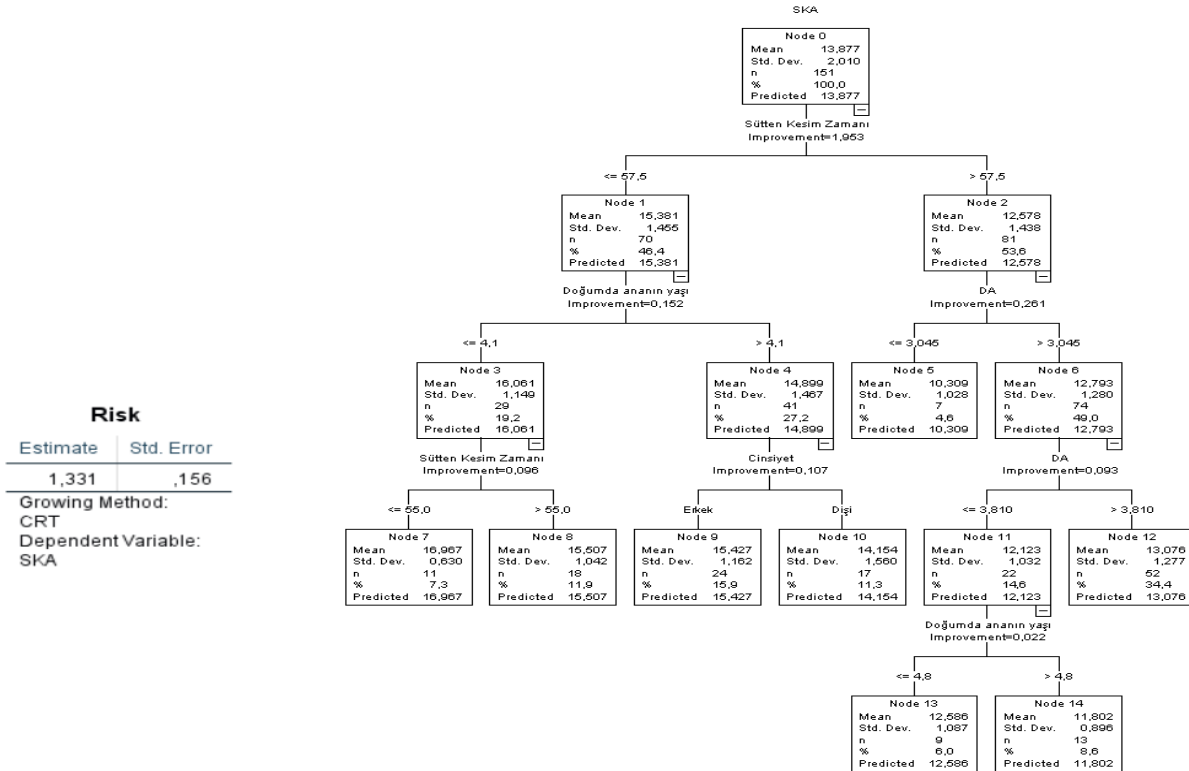
Çizelge 2'de görüldüğü gibi, uyum iyiliği kriterlerine bakıldığında (en düşük  $RMSE$ ,  $MAPE$ ,  $RAE$ ,  $coeffvar$ ,  $SD_{ratio}$  ve  $MAD$  değerleri ile en yüksek Pearson korelasyon katsayısı ile birlikte  $R^2_{Adj}$  ve  $R^2$  değerleri) elit sürüde olduğu gibi taban sürüde de CART algoritması süttten kesim ağırlığının tahminlenmesinde en iyi performansı göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre, elit sürüde gözlenen değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki en yüksek korelasyon (0.814), en yüksek belirleme

katsayısı ( $R^2=0.663$ ) ve en düşük standart sapma oranı (0.580) CART algoritmasından elde edilmiştir.

Taban sürüdeki CART algoritması ile elde edilen ağaç diyagramı Şekil 4'deki gibidir. Taban sürüdeki CART algoritması ile şekillenen regresyon ağacı diyagramı elit sürüdeki ağaç diyagramına göre daha fazla dallanma göstermiştir. Şekil 4'de taban sürüde daha fazla faktörün süttten kesim ağırlığını etkilediği görülmektedir. CART algoritması ile şekillenen diyagramda (Şekil 4), süttten kesim ağırlığını etkileyen

değişkenler doğum ağırlığı faktörüne ilaveten sütten kesim zamanı, cinsiyet ve ananın doğumdaki yaşdır. Doğum tipi ise sütten kesim ağırlığında etkili bir değişken olmamıştır. Taban sürüde CART algoritması ile oluşan regresyon ağacı dört ağaç derinliğinden oluşmaktadır. Düğüm 0, bu araştırmaya konu olan tüm kuzuların ihtiva ettiği heterojen gruptur. Düğüm 0, sütten kesim zamanına göre Düğüm 1 (70 baş İvesi kuzusunun bulunduğu alt grup, ortalama SKA=15.381 kg) ve Düğüm 2 (81 baş İvesi kuzusunun olduğu alt grup, ortalama SKA= 12.578 kg) olmak üzere ikinci ağaç derinliğinde olan iki alt gruba bölünmüştür. İkinci ağaç derinliğindeki Düğüm 1, ananın doğumdaki yaşı değişkenine göre Düğüm 3 (ananın doğumdaki yaşı  $\leq 4.1$  olan kuzular 16.061 $\pm$ 1.149 kg; n=29) ve Düğüm 4 (ananın doğumdaki yaşı  $>4.1$  olan kuzular 14.899 $\pm$ 1.467 kg; n=41) olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. Düğüm 3, ikinci ağaç derinliğindedir ve sütten kesim zamanı değişkenine göre Düğüm 7 (11 baş İvesi kuzusu ve ortalaması 16.967 $\pm$ 0.630 kg) ve Düğüm 8 (18 baş İvesi kuzusu ve ortalaması 15.507 $\pm$ 1.042 kg) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Sütten kesim zamanı 57.5 gün ve altında olan kuzular arasında en yüksek sütten kesim ağırlığına (16.967 kg) sahip olan kuzular Düğüm 7'de görülmektedir. Düğüm 7 ve 8'de, kendi içinde homojen olduklarından dolayı tekrar bölünme gerçekleşmemiştir. İkinci ağaç derinliğinde olan Düğüm 4, cinsiyet faktörü bakımından Düğüm 9 ve 10

olmak üzere iki alt gruba bölünmüştür. Yirmidört baş İvesi kuzusunun oluşturduğu Düğüm 9'da ortalama 15.427 $\pm$ 1.162 kg canlı ağırlığa sahip erkek kuzular bulunmakta iken, Düğüm 10'da ortalama 14.154 $\pm$ 1.560 kg canlı ağırlığa sahip dişi kuzular bulunmaktadır. Cinsiyet etkisi bakımından bölünen düğümlerde erkek kuzuların bulunduğu Düğüm 9, dişi kuzuların bulunduğu Düğüm 10'dan daha ağırdır ki bu sonuç da beklenen bir durumdur. Sütten kesim zamanı 57.5'den fazla olan kuzuların bulunduğu grup (Düğüm 2), doğum ağırlığı özelliği bakımından ikinci ve üçüncü ağaç derinliklerinde tekrarlamalı iki alt gruba ayrılmıştır. Üçüncü ağaç derinliğinde doğum ağırlığı 3.810 kg ve altında olan kuzuların olduğu Düğüm 11 (22 baş İvesi kuzusu ve ortalaması 12.123 $\pm$ 1.032 kg) ananın doğumdaki yaşı bakımından Düğüm 13 (12.586 $\pm$ 1.087 kg; n=9) ve Düğüm 14 (11.802 $\pm$ 0.896 kg; n=13) olmak üzere tekrar iki alt gruba bölünmüştür. Taban sürüde CART algoritması ile elde edilen diyagramda, Düğüm 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13 ve 14, kendi içinde homojen olduklarından terminal düğümlerdir ve bu düğümlerden sonra tekrar bölünme gerçekleşmemiştir. Sütten kesim zamanı 57.5'in üzerinde olan kuzular içerisinde en yüksek sütten kesim ağırlığına sahip olan kuzular, doğum ağırlığı 3.810'dan fazla olan kuzuların bulunduğu Düğüm 12'dedir (13.076 $\pm$ 1.277 kg; n=52). Bu sonuçtan, doğum ağırlığının sütten kesim ağırlığına pozitif etkilediği anlaşılabilmektedir.



Şekil 4. Taban sürüdeki CART algoritması ile elde edilen regresyon ağacı diyagramı.  
Figure 4. Regression tree diagram obtained by CART algorithm in base flock

Bu çalışma, elit sürüdeki analardan doğan kuzuların doğum ağırlıkları ve sütten kesim ağırlıkları taban sürüdeki analardan doğan kuzulardan daha yüksektir ve doğum ağırlıkları ile sütten kesim ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir ( $P<0.05$ ). Sezgin ve ark. (2012), doğum ağırlığı özelliğinin sürü tipi bakımından kuzular arasındaki farkı istatistiksel olarak anlamlı bulurken, Balta ve Topal (2018) yaptıkları çalışmada elit sürüde doğan kuzuların doğum ağırlığının taban sürüde doğan kuzulardan daha yüksek olduğunu bildirmiş ancak bu farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Mevcut çalışmada regresyon ağacı diyagramı bakımından elit ve taban sürüde sütten kesim ağırlığını etkileyen faktörler değişmektedir. Buna göre, elit sürüde yetişmiş olan kuzuların sütten kesim ağırlığının tahminlenmesinde en anlamlı ve hatta tek anlamlı bağımsız değişkenin doğum ağırlığı olduğu görülürken, taban sürüde yetişmiş olan kuzuların sütten kesim ağırlığının tahminlenmesinde önemli bağımsız değişkenler doğumdaki ananın yaşı, yavrunun cinsiyeti, sütten kesim zamanı ve doğum ağırlığı değişkenleridir. Doğum ayı ve doğum tipi her iki sürüde sütten kesim ağırlığının tahminlenmesinde etkili olmamıştır. CART algoritması ile elde edilen regresyon ağacı diyagramında elit sürüde risk değeri (0.018) ve risk değerinin standart hatası (0.003) oldukça düşüktür. Taban sürüde ise, risk değeri (1.331) ve risk değerinin standart hatası (0.156) elit sürüden daha yüksektir. Ancak her iki sürüde de determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) bakımından CART algoritması iyi bir performans sergilemiştir. Yine çalışmada risk değeri ve risk değerinin standart hatasının düşük olması, sütten kesim ağırlığının açıklanmasında CART algoritmasının yeterli olabileceğini göstermektedir. Balta ve Topal (2018), yaptıkları çalışmada CART algoritmasının performansını doğum ağırlığının tahminlenmesinde incelemişlerdir. Araştırmada, bulunan  $R^2$  değeri (0.862), mevcut çalışmadaki taban sürüdeki  $R^2$  değerinden (0.663) yüksek, elit sürüdeki  $R^2$  değerinden (0.993) düşüktür. Çelik ve ark (2017), Mengali koçlarında canlı ağırlığın tahminlenmesinde çeşitli veri madenciliği algoritmalarının (CHAID, Exhausted CHAID, CART, MARS, MLP, RBF) performanslarını mukayese etmişlerdir. Araştırmada, en iyi performansı ( $R^2=0.920$ ) CART algoritması ile elde edilmiş ve bu çalışmadaki elit sürüdeki performans değeri ( $R^2=0.993$ ) benzerdir. Mendes ve Akkartal (2009) CART algoritmasını kullanarak yaptıkları regresyon ağacı analizinde  $R^2$  değeri 0.810 olup, bu çalışmadaki taban sürüde görülen  $R^2$  değerinden yüksek ve mevcut elit sürüde görülen  $R^2$  değerinden düşüktür. Olfaz ve ark. (2018), Karayaka kuzusunun sütten kesim ağırlığının tahminlenmesinde CART algoritması kullanmışlardır. Çalışmalarında CART

algoritması Karayaka kuzusunun sütten kesim ağırlığındaki varyasyonun % 88'i kullanılan bağımsız değişkenler (yaş, cinsiyet, doğum tipi, doğum ağırlığı ve ölçüm zamanı) tarafından açıklanmıştır ( $R^2=0.880$ ). Yakubu (2012), Uda koyunları üzerinde yaptığı çalışmada bazı morfolojik özellikler ile canlı ağırlığın tahminlenmesinde CART algoritması kullanmışlar ve  $R^2$  değerini 0.618 olarak bildirmiştir. Araştırmacının elde ettiği bu değer mevcut çalışmadaki taban sürüsünde elde edilen değer (0.663) ile benzerdir, ancak mevcut çalışmadaki elit sürüdeki değerden (0.993) düşüktür.

Sonuç olarak, regresyon ağacı analiz yöntemindeki algoritmalar ile yapılan tahminler hayvansal üretimde etkili olabilir. Ebeveyn: yavru düğümleri için tercih edilen minimum hayvan sayıları araştırmadan araştırmaya farklılık göstermekle birlikte minimum hayvan sayısı değeri azaldıkça tahmin performanslarının arttığı görülmüştür. Aynı zamanda üzerinde çalışılan sürülerde tutulan kayıtların doğruluğu, buna benzer çalışmaların etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Bu çalışmada elit ve taban sürülerde görülen performans farklılığı bu görüşü desteklemektedir. Dolayısıyla gelecekte yapılması planlanan hayvan ıslahı çalışmalarında, uygulanacak regresyon ağacı algoritmalarında ölçüm hassasiyetinin önemli bir kriter olduğu görülmüştür. Hayvan ıslahı çalışmalarında yapılan ilk adım kayıt tutmaktır. Dolayısıyla seleksiyona teşkil edecek kayıtlar ile gelecek generasyonların ebeveynlerinin belirlenmesinde elit sürülerin sayısı artırılabilir, yetiştiricilere ölçümlerin titizlikle yapılması konusundaki özverinin önemi vurgulanabilir ve tutulan kayıtlarda yeni özellikler eklenebilir. Daha büyük hayvan sürüleri üzerinde çalışmak, kullanılan istatistiksel yöntemlerindeki yanılgıları düşürebilir. Bununla birlikte daha etkin bağımsız değişkenlerin seçilmesi regresyon ağacı yöntemlerinin tahminleme gücünü artırabilir.

### Teşekkür

Kayıtlarını kullanmamıza izin vererek bu çalışmanın gerçekleşmesine katkıda bulunan Osmaniye İli Damızlık Koyun Keçi Yetiştiricileri Birliği'ne ve Proje Teknik Elemanlarına teşekkür ederim.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### KAYNAKLAR

- Aksahan R, Keskin İ 2015. Determination of the Some Body Measurements Effecting Fattening Final Live Weight of Cattle by the Regression Tree Analysis. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 2(1): 53-59.
- Ali M, Eydurhan E, Tariq MM, Tirink C, Abbas F, Bajwa

- MA, Baloch MH, Nizamani AH, Waheed A, Awan MA, Shah SH 2015. Comparison of artificial neural network and decision tree algorithms used for predicting live weight at post weaning period from some biometrical characteristics in Harnai sheep. *Pakistan Journal of Zoology*, 47(6): 1579–1585.
- Balta B, Topal M 2018. Regression tree approach for assessing the effects of non-genetic factors on birth weight of Hemsin lamb. *Alinteri Zirai Bilimler Dergisi*, 33(1): 65–73.
- Breiman L, Friedman J, Olshen R, Stone C 1984. *Classification and regression trees*. Wadsworth Int. Group, 37(15): 237-251.
- Camdeviren HA, Yazici AC, Akkus Z, Bugdayci R and Sungur MA 2007. Comparison of logistic regression model and classification tree: An application to postpartum depression data. *Expert Systems with Applications*, 32(4):987-994.
- Celik S, Eydurani E, Karadas K, Tariq MM 2017. Comparison of predictive performance of data mining algorithms in predicting body weight in Mengali rams of Pakistan. *Revista Brasileira Zootecnia*, 46(11): 863–872.
- Cengiz F, Karaca S, Kor A, Ertuğrul M, Arık İZ, Gökdal, Ö 2015. Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde değişimler ve yeni arayışlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi* (12-16 Ocak 2015), Ankara.
- Chang LY, Wang HW 2006. Analysis of traffic injury: An application of non-parametric classification tree techniques. *Accident Analysis Prevention*, 38, 1019-1027.
- Eyduran E, Karakus K, Keskin S, Cengiz F 2008. Determination of factors influencing birth weight using regression tree (RT) method. *Journal of Applied Animal Research*, 34: 109–112.
- Grzesiak W, Zaborski D 2012. Examples of the use of data mining methods in animal breeding. In: *Data mining applications in engineering and medicine* (ed. A Karahoca). InTech, Rijeka, Croatia, in IntechOpen 303–324. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/57353>
- Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman J 2001. *The Elements of Statistical Learning*. Springer, New-York
- Kass, G. 1980. An exploratory technique for investigating large quantities of categorical Data. *Applied Statistics*, 29:2, 119-127.
- Khan MA, Tariq MM, Eydurani E, Tatliyer A, Rafeeq M, Abbas F, Rashid N, Awan MA, Javed K 2014. Estimating body weight from several body measurements in Harnai sheep without multicollinearity problem. *Journal of Animal and Plant Science*, 24(1):120–126
- Koc Y 2016. Application of regression tree method for different data from animal science. MSc Thesis, Iğdir University, 58.
- Koyuncu M 2012. Türkiye hayvancılığında küçükbaş hayvancılığının yeri. *Bursa Tarım Kongresi*, (27-29 Eylül 2012), Bursa.
- Küçükönder H, Üçkardeş F, Nariç D 2014. Hayvancılık Alanında Bir Veri Madenciliği Uygulaması: Japon Bildirimi Yumurtalarında Döllülüğe Etki Eden Bazı Faktörlerin Belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20 (6): 900-908.
- Loh WY 2011. Classification and regression trees. *Wires Data Min Knowl*, 1, 14-23.
- Mendeş M, Akkartal E 2009. Regression tree analysis for predicting slaughter weight in broilers. *Italian Journal of Animal Science*, 8(4):615-624.
- Moghadam MPA, Pahlavani P, Naseralavi, S 2016. Prediction of car following behavior based on the instantaneous reaction time using an ANFIS-CART based model. *International Journal of Transportation Engineering* 4 (2): 109-126.
- Olfaz M, Tırınk C, Önder H 2019. Use of CART and CHAID algorithms in Karayaka sheep breeding. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25(1): 105–110. DOI: 10.9775/kvfd.2018.20388
- Oruçoğlu O 2011. Holstein ırkı ineklerin 305 günlük süt verimini etkileyen çevre faktörlerinin regresyon ağacı ile belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Ana Bilim Dalı, Yüksek lisans tezi*, 61 s.
- Sevgenler, H 2019. Keçilere ait kimi özelliklerin canlı ağırlık üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla kullanılan veri madenciliği algoritmalarının (Cart, Chaid ve Mars) karşılaştırılması. *Iğdir Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Zootekni Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 70 s.
- Sezgin E, Kopuzlu S, Yuksel S, Esenbuga N, Bilgin ÖC 2012. Determination of growth traits and heritabilities of growth characteristics of Hemsin sheep reared in Artvin. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18: 899-905.
- Temel GO, Ankaralı H, Yazıcı AC 2010. Regresyon Modellerine Alternatif Bir Yaklaşım: MARS. *Türkiye Klinikleri Biyoistatistik*, 2(2): 58-66.
- TÜİK 2018: Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>.
- Wilkinson L 1992. *Tree Structured Data Analysis: AID, CHAID and CART*. In: 1992 Sun Valley, ID, Sawtooth/SYSTAT Joint Software Conference 1–10.
- Yağcı S, Baş S, Tatliyer A 2018. Şavak Akkaraman Kuzuların Yetiştirici Koşullarında Büyüme ve Yaşama Gücü Özellikleri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 58 (2): 81-88.
- Yakubu A 2012. Application of Regression Tree Methodology in Predicting the Body Weight of Uda Sheep. *Animal Science and Biotechnologies*, 45 (2): 484-490.

## Gerze Tavuğu ve Bazı Saf Hat Genotiplerinde Majör Doku Uyumluluğu Gen Kompleksi Polimorfizmi

Derya EKİNCİ<sup>1</sup>, Levent MERCAN<sup>2\*</sup>

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Samsun.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-8354-0402>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6790-1458>

✉: lmercan@omu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada Gerze tavuğu popülasyonuna ait 43 örnek ile ticari saf hatlardan oluşturulan 50 örneklik Saf hat popülasyonunun majör doku uyumluluğu gen kompleksi (MHC) bakımından moleküler incelenmesi amaçlanmıştır. Allelik çeşitlilik, MHC içerisinde yer alan MCW0371 ve LEI0258 mikrosatellit lokuslarının PCR yöntemi yardımıyla çoğaltılarak elde edilen DNA fragmentlerinin agaroz jel elektroforezi ile ayrılması ile hesaplanmıştır. Gerze popülasyonunda LEI0258 lokusunda elde edilen allel sayısı, etkili allel sayısı, gözlenen heterozigotluk ve beklenen heterozigotluk değerleri sırasıyla; 16, 10.82, 0.67, 0.91, Saf hat popülasyonunda ise 19, 11.84, 0.60, 0.92 olarak bulunmuştur. MCW0371 lokusu için sırasıyla; Gerze popülasyonunda 3, 2.68, 0, 0.63 ve Saf hat popülasyonunda 3, 1.96, 0, 0.49 olarak tespit edilmiştir. Popülasyonlar arasında Nei genetik uzaklık ve genetik benzerlik değerleri sırasıyla 0.419 ve 0.658 olarak hesaplanmıştır. Popülasyonlar arasında  $F_{ST}$  değeri 0.068 olarak bulunmuştur. Elde edilen bulgular, içerdiği allel deseni bakımından Gerze tavuğunun özgün bir genetik kaynak olarak korunmasının ve ıslah programlarına dahil edilmesinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 20.11.2019

Kabul Tarihi : 16.01.2020

### Anahtar Kelimeler

Tavuk

Dayanıklılık

Islah

PCR

Mikrosatellitler

## Major Histocompatibility Gene Complex Polymorphism in Gerze Chicken and Some Pure Line Genotypes

### ABSTRACT

The aim of this study was to molecularly investigate the major histocompatibility complex (MHC) polymorphisms of the Gerze chicken population of 43 samples and the commercial pure line population of 50 samples. Allelic diversity was calculated based on PCR amplification of MCW0371 and LEI0258 microsatellite loci in MHC and separation of DNA fragments by agarose gel electrophoresis. In the Gerze population, number of different alleles, number of effective alleles, observed heterozygosity and expected heterozygosity values were calculated as: 16, 10.82, 0.67, 0.91, whereas the values were determined as 19, 11.84, 0.60, 0.92 for the pure line population, respectively for LEI0258 locus. As for MCW0371 locus, the values were calculated as 3, 2.68, 0, 0.63 in the Gerze population and 3, 1.96, 0, 0.49 in the Pure line population, respectively. Nei's genetic distance and genetic identity values between the populations were calculated as 0.419 and 0.658, respectively. The  $F_{ST}$  value among the populations was found to be 0.068. The findings revealed that Gerze chicken should be included in breeding programs as a unique genetic resource with its allelic richness.

### Research Article

### Article History

Received : 20.11.2019

Accepted : 16.01.2020

### Keywords

Chicken

Resistance

Breeding

PCR

Microsatellites

**To Cite** : Ekinci D, Mercan L 2020. Gerze tavuğu ve bazı saf hat genotiplerinde majör doku uyumluluğu gen kompleksi polimorfizmi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (3): 781-787. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.648942

### GİRİŞ

Hayvancılıkta belirli bir verim karakteri yönünde

ıslah edilmiş, sınırlı sayıda ırkın yaygınlaşması ve eldeki popülasyonlara uygulanan yoğun seleksiyon

baskısı özellikle olumsuz çevre koşullarına ve hastalıklara dayanıklılık konusunda sorunların artmasına neden olmaktadır. Damızlık popülasyonlarda homozigotlaşmanın artması bu popülasyonların, hem güncel sorunların üstesinden gelebilmek hem de değişen tüketici beklentilerine cevap verebilmek için ileride gereksinim duyulacak ıslah planlamaları açısından sınırlı genetik potansiyele sahip olmaları sonucunu doğurmuştur (Rauw ve ark., 1998, Hoffmann, 2010).

Tavukçuluk sektörü tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de entansif yetiştiriciliğin en yoğun olarak uygulandığı sektörlerin başında gelmektedir (Sarıca ve Türkoğlu, 2009). Entansif üretimin yaygınlaşması ile birlikte genetik olarak benzer ebeveynlerden köken alan yüksek verimli hatlar geliştirilmiş, üretim stratejileri bu hatların kontrollü çiftleştirilmesi üzerine kurulmuştur. Bu durum sınırlı sayıda özellik bakımından yüksek performans elde edilmesini sağlasa da özellikle yaşama gücü konusunda gün geçtikçe artan sorunları beraberinde getirmiştir.

Tavuk, QTL (kantitatif karakter lokusu) ve son yıllarda da QTN (Kantitatif karakter nükleotidi) belirleme çalışmalarının en yoğun olarak yapıldığı çiftlik hayvanı türlerinin başında gelmektedir (Siwek ve ark., 2015). QTL bölgelerinin tespit edilmesi ve seleksiyon kriteri olarak kullanılabilmesi ile ilgili en önemli kısıtlayıcıların başında hastalıklara dayanıklılık ya da diğer verim karakterlerini determine eden genlerin poligenik yapıda olması gelmektedir (Goddard ve Hayes, 2009). Bu durum tek bir morfolojik farklılığın bile çok sayıda genin ortaklaşa etkisiyle ortaya çıkabilmesi sonucunu doğurur (Abasht ve ark., 2006).

Majör doku uyumluluğu kompleksi (Major Histocompatibility Complex, MHC) hücrelerin yüzeylerinde bulunan ve yabancı maddeleri tanıyan proteinleri (antijenleri) kodlayan bir gen grubudur (Chazara ve ark., 2013). MHC, tüm omurgalılarda bulunan, bağışıklıkla ilgili olsun ya da olmasın doku uyumunda rol alan bütün genleri kapsamaktadır. Bu gruptaki genler, kodlanan bölgeler arasında en yüksek polimorfizm gösterenlerdir (Eimes ve ark., 2011).

Tavuk MHC genlerinin genomik organizasyonu memelilerden farklıdır. Tavuk kromozomu 16 (GGA 16) ile eşleştirilen neredeyse tüm genler ya bağışıklık tepkilerinde bir role sahiptir ya da diğer türlerde tanımlanan bağışıklık sistemi genleri ile dizi homolojisi nedeniyle bağışıklıkta bir şekilde görev aldığı düşünülmektedir (Miller ve Taylor Jr, 2016). Tavuk MHC genleri kromozom 16 üzerinde B ve kesim parça deseni Y (Rfp-Y) olmak üzere 2 bağımsız bölgeden oluşur. Bu bölgelerin her ikisi de sınıf 1 (B-F ya da Y-F) ve sınıf 2 (B-L ya da Y-L) lokuslarını içerir (Emara ve ark., 2002). Klasik MHC sınıf I molekülleri, tüm çekirdekli hücreler üzerinde eksprese edilen membran proteinleridir. MHC’nin bazı kanatlı hayvan

hastalıklarına duyarlılığı ve direnci sağladığı ya da bağışıklık yanıtlarını etkilediği bildirilmektedir. Tavuk majör doku uyumluluğu kompleksi genel olarak yüksek ölçüde polimorfik MHC sınıf 1 (BF) ve MHC sınıf 4 (BG) antijenlerin özel antikörlerle birlikte eritrositlerin serolojik tepkileri tarafından tanımlanır. Tavuk MHC B sınıf I bölgesi, sınıf Ia zincirleri kodlayan 2 gen içermektedir; B-F1 (B-F1 ya da B-F minör) ve B-F2 (B-F4 ya da B-F majör). B-F2 geni asıl ifade edilen lokus olarak tanımlanmıştır. MHC B sınıf 2 bölgesi 3 gen içermektedir; klasik olmayan DM zincirleri, tek zincir B-DMA ve iki zincir B-DMB1 ve B-DMB2 (Chazara ve ark., 2011). LEI0258 ve MCW0371 mikrosatellit markörleri MHC içerisinde BG ve BF bölgeleri arasında yer almakta olup, LEI0258 lokusunun 10.560 bp aşağısında ise MCW0371 lokusu bulunur (Fulton ve ark., 2006). Tavuk majör doku uyumluluğu gen kompleksine ait harita Şekil 1’de verilmiştir.

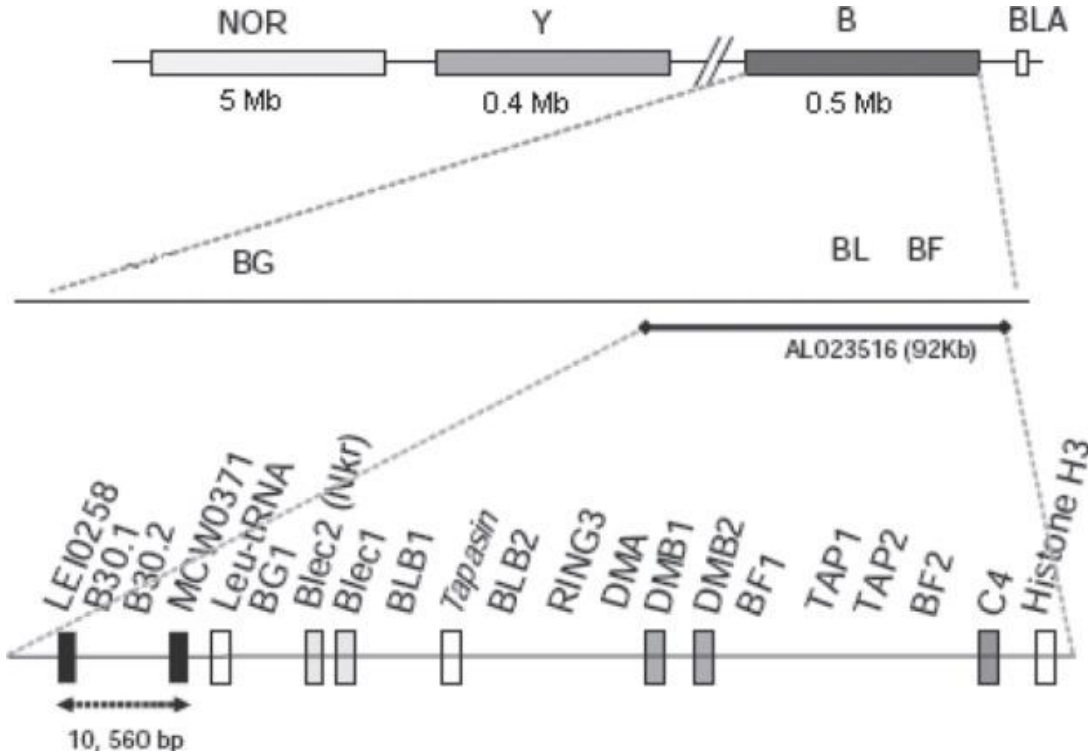
Tavuk MHC, hem BG antijenleri hem de BF kodlanmış sınıf I moleküllerinden dolayı serolojik reaktiftir. Viral, bakteriyel ve parazitik patojenlere dayanıklılık ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Özellikle de Rous sarkoma tümör virüsü, kuş lökoz virüsü, kuş kolerası, koksidiyoz, salmonella ve Marek hastalığı virüsü de dahil olmak üzere çeşitli patojenlere karşı hastalık direnci ve duyarlılık ile yakın ilişkili olduğu bildirilmiştir (Schat ve Skinner, 2014).

Gerze tavuğu Karadeniz Bölgesi’nde özellikle Sinop ve çevresinde yetiştirilen bir ırk olarak Türkiye’nin önemli genetik zenginliklerinden biridir (Mercan ve ark., 2019). Yerel genetik kaynakların en önemli üstünlükleri yetiştirildikleri bölgenin ekolojik koşullarına göstermiş oldukları yüksek adaptasyon yeteneklerinden gelir (Mercan ve Okumuş, 2015). Bu çalışmada Gerze tavuğunun majör doku uyumluluğu gen kompleksi içerisinde yer alan mikrosatellit lokusları bakımından bazı ticari saf hat genotiplerinden özgün niteliğinin bulunup bulunmadığının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Hayvan Materyali

Araştırmanın hayvan materyalini 93 adet yaklaşık bir yaşında tavuk oluşturmuştur. Çalışmada Gerze İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünden alınan 43 örnek (14 horoz, 29 tavuk) saf Gerze popülasyonu olarak kabul edilmiştir. Tavukçuluk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden alınan 10 saf hatta ait 50 örnek (10 horoz, 40 tavuk) saf hat genotipleri temsil etmektedir. Bu hatlar sırasıyla Brown Line, Barred Rock I, Rhode Island Red I, Barred Rock II, Maroon Line, Line-54, Blue Line, Columbian Rock, Black Line ve Rhode Island Red II hatları olup, örnek numaraları sırasıyla 1-50 arasında verilmiştir. Her bir hatta dört tavuk ve bir horoz bulunmaktadır. Maroon hattına ait saf hat popülasyonundan iki örnek (23 ve 24 numaralar) DNA



Şekil 1. Tavuk majör doku uyumluluğu gen kompleksi haritası. Kosmid küme 1’de dizilenmiş genler belirtilmiştir. BF = MHC sınıf 1; BG = MHC sınıf 4; BL = MHC sınıf 2; NOR = Çekirdekçik organize edici bölgeler; Y = MHC-Y kompleksi; B = MHC-B kompleksi; BLA = MHC sınıf 2  $\alpha$  geni (Izadi ve ark., 2011 ‘den değiştirilmiştir).

Figure 1. The chicken major histocompatibility complex map. Cosmid cluster 1 sequenced genes are indicated. BF = MHC class 1; BG = MHC class 4; BL = MHC class 2; NOR = nucleolar organizer region; Y = MHC-Y complex; B = MHC-B complex; and BLA = MHC class 2  $\alpha$  gene (modified from Izadi et al., 2011).

izolasyonu ve PCR aşamalarındaki tekrar eden sorunlardan dolayı değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Çalışma için OMÜ Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulundan 6.11.2012 tarih ve 1 sayılı toplantı kararı ile izin alınmıştır.

### DNA İzolasyonu ve PCR İşlemleri

Genomik DNA izolasyonu kit yardımıyla (BILATEC, Mannheim, Almanya), üretici protokolüne uygun olarak yapılmıştır. Elde edilen DNA’ların saflık ve miktarları Biophotometer (Eppendorf, Almanya) cihazı ile spektrofotometrik olarak tespit edilmiş, örneklerin her biri 20 ng  $\mu\text{l}^{-1}$  DNA içerecek şekilde PCR işlemleri için seyreltilmiştir. PCR işlemleri Termal döngü cihazı (BIO-RAD, ABD) yardımıyla toplam 20  $\mu\text{l}$  (40 ng tDNA + 5  $\mu\text{M}$  ileri ve 5  $\mu\text{M}$  geri primer + 4  $\mu\text{l}$  PCR hazır karışım + 11  $\mu\text{l}$  steril saf su) hacimde hazırlanmıştır.

Çalışmada Fulton ve ark. (2006) tarafından bildirilen lokuslara özgü primer çiftleri kullanılmıştır. LEI0258 ve MCW0371 lokuslarının çoğaltımında kullanılan ileri ve geri primerlerin dizisi sırasıyla 5’-CACGCAGCAGAACTTGGTAAGG – 3’, 5’-AGCTGTGCTCAGTCCTCAGTGC – 3’; 5’-CTGCTCCGAGCTGTAATCCTG – 3’, 5’-

TTTCATGGCATCCTAAGATG – 3’ dir.

PCR işlemleri için reaktifler, 94 °C’de 1 dakikalık ilk denatürasyonu takiben 35 döngü boyunca; 45’er saniye denatürasyon için 92, primerlerin bağlanması için 57 ve uzama için 72 °C’de tutulmuştur. Döngüler tamamlandıktan sonra son uzama için 10 dakika 72 °C’de bekletilmiştir.

### Jel Elektroforezi İşlemleri

Elektroforetik ayırmada agaroz jel elektroforezi yöntemi kullanılmıştır. PCR ürünlerinin ayırılmasında %4’lük yüksek çözünürlüklü (high resolution) agaroz (Amresco, İngiltere) kullanılmıştır. Ethidyum bromür ile boyanan jeller, jel dokümantasyon sistemi (Syngene, İngiltere) ile görüntülenmiş ve fragment büyüklükleri belirlenmiştir.

### İstatistik Analizler

Tespit edilen mikrosatellit allelleri GenAlex v.6.5 (Smouse ve Peakall, 2012) ve GenePop v.4.6 (Rousset, 2008) yazılımları yardımıyla analiz edilmiş; allel frekansları, allel genişlikleri, F istatistikleri, gözlenen ( $H_o$ ) ve beklenen ( $H_e$ ) heterozigotluk gibi temel genetik çeşitlilik parametreleri hesaplanmıştır.



## BULGULAR ve TARTIŞMA

Gerze tavuk ırkını temsil eden popülasyonu oluşturan bireylerde LEI0258 lokusundan elde edilen allelere ait agaroz jel görüntüleri Şekil 2'de verilmiştir.

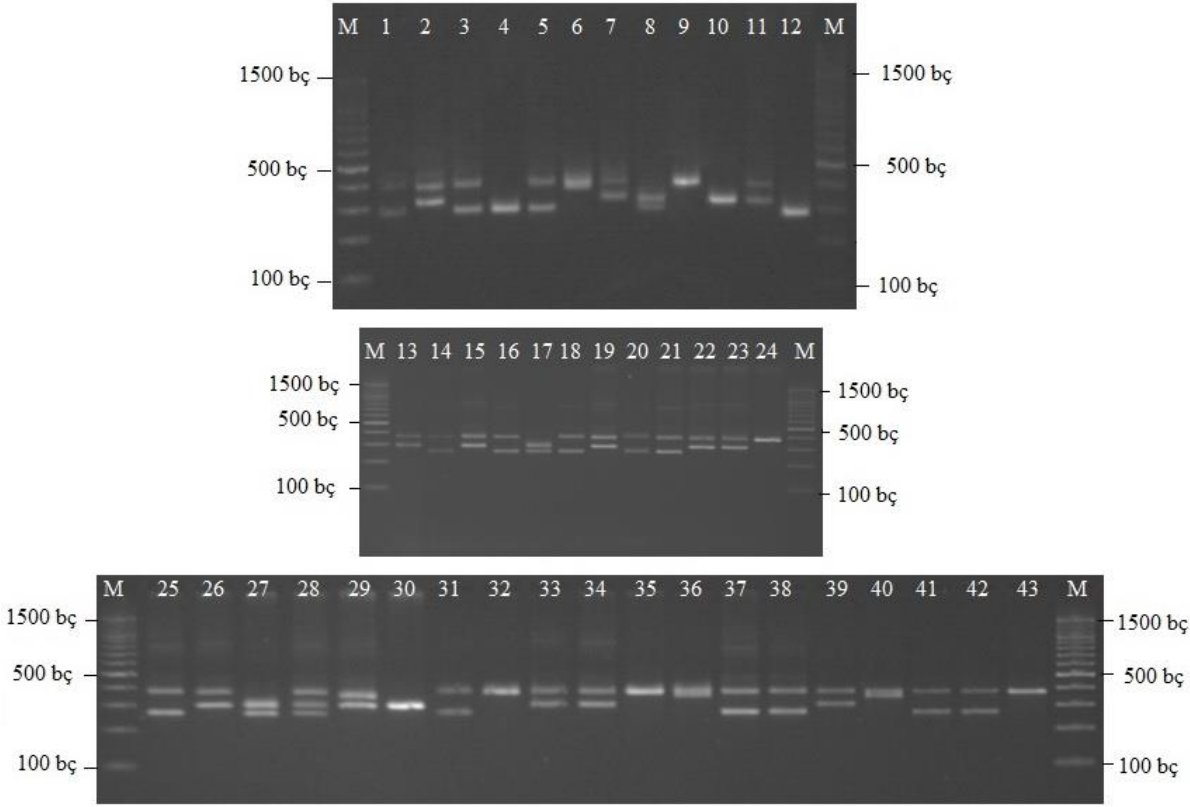
Şekil 3'de Saf hat popülasyonunun LEI0258 mikrosatellit lokusundaki jel görüntüsü verilmiştir.

Gerze popülasyonunun MCW0371 mikrosatellit lokusundaki allelik durumunu gösteren jel görüntüsü Şekil 4'te verilmiştir.

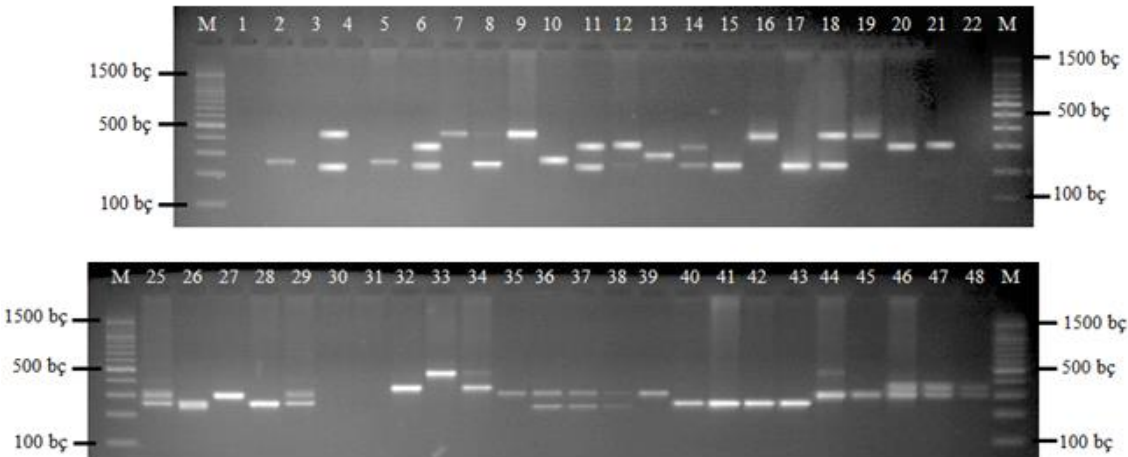
Çalışılan iki lokus bakımından Gerze ve Saf hat popülasyonlarında görülen genetik çeşitlilik parametreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Populasyon farkı gözetmeksizin her iki lokus için hesaplanan Wright'ın F-istatistiği ( $F_{IS}$ ,  $F_{IT}$ ,  $F_{ST}$ ) ile gen akışı (Nm) değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur.

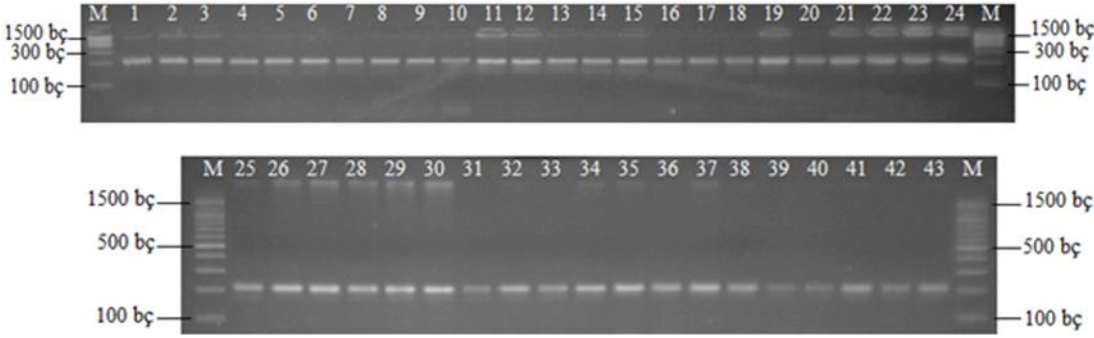
Saf hat popülasyonunun MCW0371 mikrosatellit lokusundaki allelik durumunu gösteren jel görüntüsü Şekil 5'te verilmiştir.



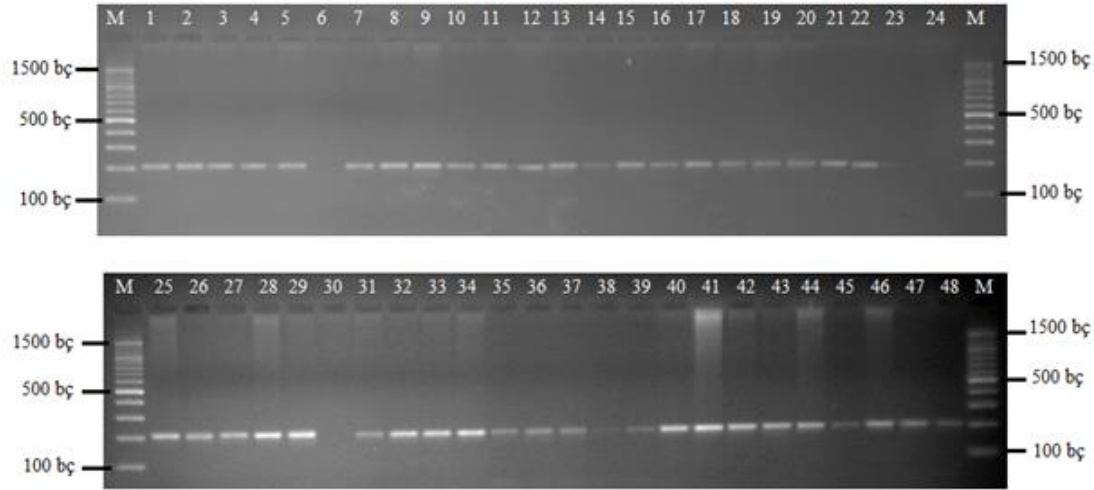
Şekil 2. Gerze popülasyonu LEI0258 mikrosatellit lokusuna ait jel görüntüsü  
Figure 2. Gel image of LEI0258 microsatellite locus in the Gerze population



Şekil 3. Saf hat popülasyonu LEI0258 mikrosatellit lokusu jel görüntüsü  
Figure 3. Gel image of LEI0258 microsatellite locus in the Pure line population



Şekil 4. Gerze popülasyonu MCW0371 mikrosatellit lokusu jel görüntüsü  
Figure 4. Gel image of MCW0371 microsatellite locus in the Gerze population



Şekil 5. Saf hat popülasyonu MCW0371 mikrosatellit lokusu jel görüntüsü  
Figure 5. Gel image of MCW0371 microsatellite locus in the Pure line population

Çizelge 1. Değerlendirmeye alınan örnek sayısı (N), allel sayısı (Na), etkili allel sayısı (Ne), bilgi dizini (I), gözlenen heterozigotluk (Ho), beklenen heterozigotluk (He), tarafsız beklenen heterozigotluk (uHe) ve fiksasyon (homozigotlaşma) indeksi (F) değerleri

Table 1. Sample size (N), no. alleles (Na), no. effective alleles (Ne), information index (I), observed heterozygosity (Ho), expected heterozygosity (He), unbiased expected heterozygosity (uHe), and fixation index (F) values

| Popülasyonlar<br>Populations | Lokuslar<br>Loci | N  | Na     | Ne     | I     | Ho    | He    | uHe   | F     |
|------------------------------|------------------|----|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Gerze                        | LEI0258          | 42 | 16.000 | 10.822 | 2.564 | 0.667 | 0.908 | 0.919 | 0.265 |
| Gerze                        | MCW0371          | 43 | 3.000  | 2.684  | 1.036 | 0.000 | 0.627 | 0.635 | 1.000 |
| Saf hat                      | LEI0258          | 42 | 19.000 | 11.839 | 2.674 | 0.595 | 0.916 | 0.927 | 0.350 |
| Pure line                    | MCW0371          | 40 | 3.000  | 1.956  | 0.847 | 0.000 | 0.489 | 0.495 | 1.000 |

Çizelge 2. Populasyonlarda her iki lokus için Wright'ın F-istatistikleri ile tahmini gen akışı (Nm) değerleri

Table 2. Wright's F-Statistics and estimated number of migrants (Nm) over all populations for each locus

| Lokuslar<br>Loci | F <sub>IS</sub> | F <sub>IT</sub> | F <sub>ST</sub> | Nm     |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| LEI0258          | 0.308           | 0.321           | 0.019           | 12.711 |
| MCW0371          | 1.000           | 1.000           | 0.117           | 1.881  |

Çizelge 2 incelendiğinde her iki popülasyon arasında LEI0258 lokusunda allel paylaşımı yüksek bulunmuş ancak MCW0371 lokusunda allel paylaşımının daha

düşük olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Popülasyonlar arasında Nei genetik uzaklık değeri (Nei, 1977) 0.419 ve genetik benzerlik değeri ise 0.658 olarak hesaplanmıştır. Popülasyonlar arasında F<sub>ST</sub> değeri 0.068 olarak bulunmuştur.

Moleküler varyans analizi sonuçlarına göre MCW0371 lokusu için moleküler varyasyonun %84'ü popülasyon içinden, %16'sı popülasyonlar arası genetik çeşitlilikten kaynaklandığı tespit edilmiştir. LEI0258 lokusu bakımından ise moleküler varyasyonun %97'si popülasyon içi genetik çeşitlilikten, %3'ü popülasyonlar arası genetik çeşitlilikten kaynaklanmaktadır. Bu oranlar her iki lokus bakımından incelendiğinde genetik varyasyonun

%90'ının popülasyon içinden %10'unun ise popülasyonlar arasından geldiği tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular Gerze ve Saf hat popülasyonlarının LEI0258 lokusunda yüksek oranda polimorfizm gösterdiği ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte MCW0371 lokusu bakımından her iki popülasyonda da tam bir monomorfizm dikkati çekmektedir.

MCW0371 lokusunda görülen yüksek monomorfizm hem Gerze hem de Saf hat popülasyonlarında mutasyonun gerçekleşmediğini göstermektedir. Buna karşın LEI0258 lokusunda görülen yüksek polimorfizmin bu bölgedeki mutasyon sıklığını ortaya koymaktadır. Bu sonuçlara göre LEI0258 mikrosatellit lokusunda daha aktif bir şekilde farklılaşmanın meydana geldiği söylenebilir.

Miller ve Taylor (2016), MHC bölgesinin de yer aldığı birçok GGA 16 kromozomdaki çok sayıda geninin polimorfik olduğunu bu bölgelerdeki polimorfizmin yapısı, dağılımı, bağları ve örüntüleri, GGA 16'nın bağışıklık savunmasına adanmış bir mikrokromozom olarak geliştiğini öne sürmektedir. Bu bulgular LEI0258 mikrosatellit lokusunda görülen yüksek polimorfizm sonuçları ile uyumludur.

Ngeno ve ark., (2015) yaptıkları çalışmada farklı yerel popülasyonlarda MCW0371 lokusunda 10, LEI0258 lokusunda ise 46 farklı allel tespit etmişlerdir. Bu çalışmada popülasyon ayrımı olmaksızın LEI0258 lokusunda toplam 20 allel elde edilmiş bunlardan 1 allel (367 bç) Gerze popülasyonuna özgü iken Saf hatlardan oluşturulan popülasyonda 4 özgün allel (240, 463, 477, 485 bç) tespit edilmiştir. Ngeno ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada çok sayıda yerli popülasyon kullanılmış olmasının allel çeşitliliğinin daha yüksek çıkmasına neden olduğu değerlendirilmektedir.

Fadhil ve Mercan (2016) yaptıkları çalışmada Gerze popülasyonunun kuş gribine dayanıklılık ile ilgili olduğu bildirilen alleli yüksek oranda içerdiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada da Gerze popülasyonunda MHC içerisinde görülen yüksek polimorfizm bu popülasyonun dayanıklılık ile ilgili muhtemel varyantları içerebilme potansiyelinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

## SONUÇ

Bu çalışma içerdiği allel deseni bakımından Gerze tavuğunun özgün bir genetik kaynak olarak korunmasının önemini ortaya koymuştur. Bununla birlikte dayanıklılık ile ilgili çalışmaların ikinci boyutu bu hayvanların hastalıklara karşı gösterdikleri dayanıklılık performanslarının tam kontrollü laboratuvar koşullarında *in vivo* ölçülmesidir.

Türkiye tavuk genetik kaynaklarının başında gelen Gerze tavuğunun son yıllarda büyük önem kazanan hastalıklara dayanıklılık ile ilgili ıslah

planlamalarında yer alabilecek çeşitliliğe sahip olduğunun belirlenmesi bu kaynağın korunması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Gerze tavuğu da diğer birçok genetik kaynak gibi korunmalı ve ıslah programlarına entegrasyonlarının sağlanması için çalışılmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın bir kısmı Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.ZRT.1904.13.022 kodlu "Gerze tavuğunda majör doku uyumluluğu kompleksi (MHC) polimorfizminin mikrosatellit markörler ile karakterizasyonu" adlı Yüksek Lisans tez projesi kapsamında desteklenmiştir.

## 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

- Abasht B, Dekkers J, Lamont S 2006. Review of quantitative trait loci identified in the chicken. *Poultry Science* 85(12): 2079-2096.
- Chazara O, Chang C-S, Bruneau N, Benabdeljelil K, Fotsa J-C, Kayang B B, Loukou N G E, Osei-Amponsah R, Yapi-Gnaore V, Youssao I A K, Chen C-F, Pinard-Van Der Laan M-H, Tixier-Boichard M, Bed'hom B 2013. Diversity and evolution of the highly polymorphic tandem repeat LEI0258 in the chicken MHC-B region. *Immunogenetics* 65(6): 447-459.
- Chazara O, Juul-Madsen H R, Chang C-S, Tixier-Boichard M, Bed'hom B 2011. Correlation in chicken between the marker LEI0258 alleles and major histocompatibility complex sequences. *BMC proceedings* 5(4): S29.
- Eimes J, Bollmer J, Whittingham L, Johnson J, Van Oosterhout C, Dunn P 2011. Rapid loss of MHC class II variation in a bottlenecked population is explained by drift and loss of copy number variation. *Journal of Evolutionary Biology* 24(9): 1847-1856.
- Emara M, Kim H, Zhu J, Lapierre R, Lakshmanan N, Lillehojt H 2002. Genetic diversity at the major histocompatibility complex (B) and microsatellite loci in three commercial broiler pure lines. *Poultry Science* 81(11): 1609-1617.
- Fadhil M, Mercan L 2016. Molecular characterization of mx gene polymorphism in gerze chicken breed and pure line chicken breed. *Animal Research International* 13(3): 2540.
- Fulton J E, Juul-Madsen H R, Ashwell C M, McCarron A M, Arthur J A, O'sullivan N P, Taylor R L, Jr.

2006. Molecular genotype identification of the *Gallus gallus* major histocompatibility complex. *Immunogenetics* 58(5-6): 407-421.
- Goddard M E, Hayes B J 2009. Mapping genes for complex traits in domestic animals and their use in breeding programmes. *Nature Reviews Genetics* 10(6): 381-391.
- Hoffmann I 2010. Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources. *Animal genetics* 41: 32-46.
- Izadi F, Ritland C, Cheng K M 2011. Genetic diversity of the major histocompatibility complex region in commercial and noncommercial chicken flocks using the LEI0258 microsatellite marker. *Poultry Science* 90(12): 2711-2717.
- Mercan L, Bilgi F, Budak M 2019. Saf Gerze tavuğu ve Sinop ili köy tavuğu popülasyonlarının sekiz polimorfik mikrosatellit lokusu bakımından karşılaştırılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 34(2): 164-171.
- Mercan L, Okumuş A 2015. Genetic diversity of village chickens in Central Black Sea Region and commercial chickens in Turkey by using microsatellite markers. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences* 39(2): 134-140.
- Miller M M, Taylor Jr R L 2016. Brief review of the chicken major histocompatibility complex: the genes, their distribution on chromosome 16, and their contributions to disease resistance. *Poultry Science* 95(2): 375-392.
- Nei M 1977. F-statistics and analysis of gene diversity in subdivided populations. *Annals of human genetics* 41(2): 225-233.
- Ngeno K, Van Der Waaij E, Megens H, Kahi A, Van Arendonk J, Crooijmans R 2015. Genetic diversity of different indigenous chicken ecotypes using highly polymorphic MHC-linked and non-MHC microsatellite markers. *Animal Genetic Resources/Resources génétiques animales/Recursos genéticos animales* 56: 1-7.
- Rauw W M, Kanis E, Noordhuizen-Stassen E N, Grommers F J 1998. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science* 56(1): 15-33.
- Rousset F 2008. genepop'007: a complete re-implementation of the genepop software for Windows and Linux. *Molecular ecology resources* 8(1): 103-106.
- Sarıca M, Türkoğlu M 2009. Tavukçuluktaki Gelişmeler ve Türkiye Tavukçuluğu. (Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme ve Hastalıklar, Bey Ofset Matbaacılık, Ankara, Türkiye: Ed. Türkoğlu, M Sarıca, M) 1-25.
- Schat K A, Skinner M A 2014. Avian Immunosuppressive Diseases and Immuno-evasion. Elsevier, Ed. 275-297.
- Siwek M, Slawinska A, Rydzanicz M, Wesoly J, Fraszczak M, Suchocki T, Skiba J, Skiba K, Szyda J 2015. Identification of candidate genes and mutations in QTL regions for immune responses in chicken. *Animal genetics* 46(3): 247-254.
- Smouse R P P, Peakall R 2012. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research—an update. *Bioinformatics* 28(19): 2537-2539.