



KSÜ Tarım ve Doğa Derg

KSU J. Agric Nat

e-ISSN : 2619-9149

T.C.

KAHRAMANMARAŞ

SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

# TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Journal of Agriculture and Nature

Cilt-Volume 24 Sayı-Number 2 Yıl-Year: 2021



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

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

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

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

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

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

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

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

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



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### Sahibi/ Owner

Prof.Dr. Niyazi CAN  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörü

### Editörler / Editors

[Prof.Dr. Ali KAYGISIZ](#) (Baş Editör/Editor in Chief)  
KSÜ Ziraat Fak. Zootehni 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.  
Zootehni Böl.  
ismail.akyol@ankara.edu.tr

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

### Alan Editörleri

**İngilizce Editörü/English Editor**  
[Prof.Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Bitki Koruma Böl.  
cetintas@ksu.edu.tr

**İstatistik Editörü/Statistics Editor**  
[Prof.Dr. Mustafa ŞAHİN](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Tarımsal Biyoteknoloji Böl.  
ms66@ksu.edu.tr

**Alan Editörü/Associate Editor**  
[Doç.Dr. Mustafa KÜSEK](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Bitki Koruma Böl.  
mkusek@ksu.edu.tr



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### Uluslararası Danışmanlar Kurulu (International Advisory Board)

Doç. Dr. Khairulmazmi AHMAD Putra University, MALAYSIA	Prof. Dr. Larisa CAÏSİN State Agrarian University, MOLDOVA	Prof.Dr. Mohammed H. Abu-DİEYEH Qatar University, QATAR
Assist.Prof. Dr. Eslam FAID-ALLAH Minoufiya University, EGYPT	Prof.Dr. Wayne GARDNER The University of Georgia, USA	Prof.Dr Stanislaw HURUK Jan Kochanowski Univ. POLAND
Prof. Dr. Khalid JAVED University of Veterinary and Animal Sciences, PAKİSTAN	Prof.Dr. A Salah KHATTAB Tanta University, EGYPT	Prof.Dr. K Mahmood KHAWAR Ankara Üniversitesi, ANKARA
Dr. Ram Prasad MAINALI National Agriculture Genetic Resources Center, NEPAL	Prof. Dr. Alisa PİRLOG State Agrarian University, MOLDOVA	Assist.Prof. Dr. Mehdi RAHİMİ Graduate University of Advanced Technology, İRAN
Dr. Ahmad K. SALAMA Autonomous University of Barcelona, SPAIN	Dr. Vivekanandarajah SARAVANAN KnowledgeLink Group, Inc., SRI LANKA	Prof.Dr Vytautas TAMUTIS Uniwersytet Aleksandra, LITVANIA
Prof. Dr. Muhammed Masood TARIQ Balochistan University, PAKİSTAN	Dr. Thobela Louis TYASI University of Limpopo Polokwane, SOUTH AFRICA	Prof.Dr. Abdulmojeed YAKUBU Nasarawa State University, NIGERIA
Doç. Dr. Daniel ZABORSKI West Pomeranian University of Technology, POLAND	Prof.Dr. Navid GHAÏİ HOSEİN-ZADEH University of Guilan, Rasht, İRAN	Prof.Dr. Jose Cola ZANUNCIO Federal Univ. of Vicosa, BRAZIL

### Ulusal Danışmanlar Kurulu (Advisory Board)

Doç.Dr. Tugay AYAŞAN Korkutata Üniversitesi OSMANİYE	Prof. Dr. Fikri BALTA Ordu Üniv. ORDU	Prof.Dr. Levent BAT Sinop Üniv. SİNOP
Prof. Dr. H. Murat BÜYÜKÇAPAR Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. KAHRAMANMARAŞ	Prof. Dr. Mahfuz ELMATAŞ Sağlık Bilimleri Üniv. İSTANBUL	Prof. Dr. İlhami GÜLÇİN Atatürk Üniv. ERZURUM
Prof.Dr. Rüştü HATİPOĞLU Çukurova Üniversitesi, ADANA	Prof.Dr. Murat KÜTÜK Gaziantep Üniv. GAZİANTEP	Prof. Dr. Ramazan MERAL Bingöl Üniv. BİNGÖL
Prof.Dr. Yeşim Yalçın MENDİ, Çukurova Üniversitesi, ADANA	Prof.Dr. Fatih SATIL Balıkesir Üniv. Balıkesir	Prof.Dr. Hüseyin SÜZEK Muğla Sıtkı Koçman Üniv. MUĞLA
Prof.Dr. Nazım ŞEKEROLU Kilis 7 Aralık Üniv. KİLİS	Prof. Dr. İbrahim YILMAZ Akdeniz Üniv. ANTALYA	Prof. Dr. Kadir YILMAZ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. KAHRAMANMARAŞ





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### İÇİNDEKİLER

#### ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE

- Evaluation of Cytotoxic Effect of *Onosma armeniacum* Extract on Various Cancer Cells** 252-259  
*Onosma armeniacum* Ekstraktının Çeşitli Kanser Hücrelerindeki Sitotoksik Etkisinin Değerlendirilmesi  
Selim DEMİR, Elif AYAZOĞLU DEMİR, İbrahim TURAN, Ufuk ÖZGEN
- Büyük Menderes Nehri'nde (Aydın) Yaşayan İki Tatlı Su Balığı Türünün Kas Dokularındaki Total Yağ Asidi Kompozisyonunun Araştırılması** 260-266  
Investigation of Total Fatty Acid Compositions in The Muscle Tissues of The Two Freshwater Fish Species Living in The Big Menderes River (Aydın)  
İrem BAYAR, Aslıhan İNCİ, Serap ÜNÜBOL AYPAK, Ayşegül BİLDİK
- Investigation of Nutritional Content, Antioxidant Anticancer and Antimicrobial Activities of *Pleurotus eryngii* (DC. Ex Fr.) Quel, Extract Obtained by Different Solvents** 267-277  
*Pleurotus eryngii* (DC. Ex Fr.) Quel'in Farklı Çözücülerle Elde Edilen Özütlelerinin Besinsel İçeriğinin, Antioksidan Antikanser ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması  
Hilal ACAY, Abdurahman DÜNDAR, Semra KAÇAR, Mehmet Fırat BARAN, Cumali KESKİN
- The Biological Activity; Cytotoxicity and Antioxidant Activity of *Jurinea brevicaulis*** 278-284  
*Jurinea brevicaulis*'in Biyolojik Aktivitesi; Sitotoksikite ve Antioksidan Aktivitesi  
Mahmoud ABUDAYYAK, Şeyda KANBOLAT, Şeyma BATUR, Reyhan ERGENE  
Rezzan ALİYAZICIOĞLU
- Farklı Denizlerden Avlanan Hamsilerin (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus 1758) Mineral Madde İçeriği ve Ağır Metal Kontaminasyonu** 285-292  
Mineral Matter Content and Heavy Metal Contamination of Anchovy (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus 1758) captured from different seas  
Mehmet ERDEM, Bayram KÖSTEKLİ, İrfan KESKİN, Demet KOCATEPE, Yalçın KAYA
- The Effect of Some Parameters on the Production of L(+) Lactic Acid Using Wheat Wastewater by *Rhizopus oryzae* NRRL-395** 293-298  
Atık Bulgur Suyu Kullanılarak *Rhizopus oryzae* NRRL-395 ile Üretilen Laktik Asite Bazı Parametrelerin Etkisi  
Ali GÖÇERİ, Mehmet Hakkı ALMA, Yekta GEZGİNC, Eyyüp KARAOĞUL
- Elazığ Koşullarına Uygun Kuru Fasulye Çeşitlerinin Araştırılması** 299-305  
The Research of Suitable Dry Beans Varieties for Elazığ Conditions  
Leyla İDİKUT, Tolga KARABACAK
- The Effects of Different Irrigation Levels and Nitrogen Rates on Peanut Yield and Quality in Southeastern Anatolia Region of Turkey** 306-312  
Güneydoğu Anadolu Bölgesi Şartlarında Farklı Sulama Düzeyleri ve Azot Oranlarının Yerfıstığı Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisi  
Erkan BOYDAK, Mehmet ŞİMŞEK, Ali Rıza DEMİRKIRAN
- Determination of Coefficients and Biomass Potential for Pruning Residuals in Some Olive Varieties** 313-318  
Zeytin Ağacı Budama Artık Potansiyelinin Hesaplanmasına Yönelik Katsayının Belirlenmesi  
Gıyasettin ÇİÇEK, Sarp Korkut SÜMER, Cem Ömer EGESEL, M.Sait SAY, Arda AYDIN



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Türkiye'nin ve Tarım Bölgelerinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyindeki Değişimlerin Son On Yıl (2010-2019) ve Gelecek Yıllar (2020-2030) için Değerlendirilmesi** 319-336  
Evaluation for the Last Ten Years (2010-2019) and Next Years (2020-2030) of Changes in Agricultural Mechanization Level of Turkey and the Agricultural Regions  
Ali AYBEK, Hamza KUZU, Hayrettin KARADÖL
- Bazı Toprak Bakterilerinin Domates Bitkisindeki Kök-Ur Nematodu *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood Populasyonlarına Etkisi** 337-343  
The Effect of Some Soil Bacteria on Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood Populations on Tomatoes  
Nezih Gamze AKBAY, Ramazan ÇETİNTAŞ, Mustafa KÜSEK
- Adana İli Balcalı Yöresinde Farklı Turunçgil Çeşitlerinde Thrips (Thysanoptera) Türlerinin Saptanması** 344-352  
Thrips (Thysanoptera) Species Associated With Different Citrus Varieties in Balcalı Location, Adana Province, Turkey  
Ekrem ATAĞAN, Serkan PEHLİVAN
- Konya İlinde Yetiştirilen Patates Yumrularında Lastik Çürüklük Hastalık Etmeni *Geotrichum candidum*'un İzolasyonu, Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu** 353-361  
Isolation, Morphological and Molecular Characterization of Rubbery Rot Disease Agent *Geotrichum candidum* on Potato Tubers Grown in Konya Province  
Soner SOYLU, Merve KARA, Osman TOKETTİ, Emine Mine SOYLU, Aysun UYSAL  
Şener KURT
- Sakarya İli Fındık Bahçelerinde Fındık Yeşil Kokarcası (*Palomena prasina* L.) ve Fındık Kurdu (*Curculio nucum* L.)'nin Popülasyon Gelişimleri** 362-371  
Population Dynamics of Green Shield Bug (*Palomena prasina* L.) and Nut Weevil (*Curculio nucum* L.) in Sakarya Province of Turkey  
Semra ATEŞ, Gülay KAÇAR
- Uluköy ve Alemşah Sulama Göletleri(Çanakkale Türkiye) Sedimentlerinin Ağır Metal Kirliliği Bakımından İncelenmesi** 372-378  
Investigation of Uluköy and Alemşah Earth-Fill Dam(Canakkale-Turkey) Sediments in terms of Heavy Metal Pollution  
Mehmet PARLAK, Timuçin EVEREST, Tülay TUNÇAY
- Türkiye Şeftali Piyasasının Ekonomik Analizi ve Pazarlama Marjları** 379-387  
Economic Analysis and Marketing Margins of the Peach Market in Turkey  
Hasan VURAL, Veli Anıl ÇAKAN
- Satisfaction Levels of Cooperative Partners in The New World Order: Case of Çukobirlik** 388-400  
Yeni Dünya Düzeninde Kooperatif Ortaklarının Memnuniyet Düzeyleri: Çukobirlik Örneği  
Murat İsmet HASEKİ, Selim GÜNDÜZ, Celile ÖZÇİÇEK DÖLEKOĞLU
- Çataldağ Karşiyaka Şefliğine Bağlı (Balıkesir) Farklı Biyotoplarda Yayılış Gösteren Polyphaga Türlerinin Çukur Tuzak Yöntemi ile Belirlenmesi** 401-413  
Determination of Polyphaga Species Distributed in Different Biotopes in Çataldağ Karşiyaka Sub-District Directorate (Balıkesir) by Pitfall Trap Method  
Sakin Vural VARLI, Aylin TÜVEN, Hakan SÜRGÜT, Nicklas JANSSON
- Faunistic Studies on the Genus *Medon* Stephens, 1833 (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae) in Turkey** 414-424  
Türkiye'deki *Medon* Stephens, 1833 (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae) Cinsine Bağlı Türler Üzerinde Faunistik Araştırmalar  
Semih ÖRGEL, Kerim ÇİÇEK, Sinan ANLAŞ



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Synnemasporellaceae: A New Family Record for Turkish Ascomycota** 425-429  
*Synnemasporellaceae*: Türkiye Askomisetleri İçin Yeni Bir Familya Kaydı  
Makbule ERDOĞDU, Gökhan DOĞAN, İlgaz AKATA, Zekiye SULUDERE
- Two New Records Stigmaeid Mites (Acari: Stigmaidae) for the Turkish Fauna** 430-434  
Türkiye Faunası İçin İki Yeni Stigmaeid Akar (Acari: Stigmaidae) Kaydı  
Mustafa AKYOL
- Myxomycetes Diversity of Batman Province and Hasankeyf District** 435-441  
Batman Şehir Merkezi ve Hasankeyf ilçesinin Myxomycetes Çeşitliliği  
Hayri BABA, Betül ALTAŞ, Mustafa SEVİNDİK
- Doğrusal Olmayan Temel Bileşenler Analizinin Tanıtımı ve Uygulanabilirliği** 442-450  
Introduction and Applicability of Nonlinear Principal Components Analysis  
Yıldırım DEMİR, Sıddık KESKİN, Şeyda ÇAVUŞOĞLU
- Use of Gyttja as Litter Material in Broiler Houses** 451-456  
Etlik Piliç Kümeslerinde Gıda Materyalinin Altlık Olarak Kullanımı  
Gülümser FORT, Beyhan YETER
- İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısı ile Süt Amiloid A, Elektriksel İletkenlik ve pH Arasındaki İlişkiler** 457-463  
Investigation of the Relationship Between Somatic Cell Count and Milk Amyloid A, Electrical Conductivity and pH in Cow Milk  
Mürüvvet DÜZ, Yağmur Nil DOĞAN, İlkey DOĞAN



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### HAKEMLER/Referees\*

Prof. Dr. Serap AÇIKGÖZ	Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Aydın
Prof. Dr. İzzet AKÇA	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Samsun
Prof. Dr. İzzet AKÇA	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Samsun
Prof. Dr. Cuma AKBAY	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Doç. Dr. Davut Soner AKGÜL	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Prof. Dr. Hasan AKGÜL	Akdeniz Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Antalya
Prof. Dr. Hasan AKGÜL	Akdeniz Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Antalya
Prof. Dr. Süleyman AKHAN	Akdeniz Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Böl. Antalya
Dr. Öğr. Üyesi Adile AKPINAR	Gaziantep Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Gaziantep
Prof. Dr. Adem AKSOY	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Erzurum
Prof. Dr. Adem Emin ANLARSAL	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Adana
Prof. Dr. Sinan ANLAŞ	Manisa Celâl Bayar Üniv. Alaşehir MYO. Manisa
Prof. Dr. Tülin AŞKUN	Balıkesir Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Balıkesir
Prof. Dr. Savaş ATASEVER	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Samsun
Prof. Dr. Savaş ATASEVER	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Samsun
Doç. Dr. Uğur AVDAN	Eskişehir Teknik Üniv. Yer ve Uzay Bilimleri Enst. Eskişehir
Prof. Dr. Ali AYBEK	KSÜ Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş
Prof. Dr. Yeşim AYSAN	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Doç. Dr. Tugay AYAŞAN	Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Osmaniye
Doç. Dr. Tugay AYAŞAN	Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Osmaniye
Prof. Dr. Levent BAT	Sinop Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Temel Bilimleri Böl. Sinop
Prof. Dr. Erol BAYHAN	Dicle Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Diyarbakır
Prof. Dr. Hatice BOZOĞLU	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Samsun
Prof. Dr. Sait BULUT	Akdeniz Üniv. Eğitim Fak. Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Böl. Antalya
Prof. Dr. Mustafa Y CANPOLAT	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Erzurum
Prof. Dr. Sevgi ÇALIŞKAN	Niğde Ömer Halisdemir Üniv. Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fak. Niğde
Prof. Dr. Talip ÇETER	Kastamonu Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Kastamonu
Doç. Dr. Handan ÇULAL KILIÇ	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Isparta
Doç. Dr. Metin DAĞTEKİN	Çukurova Üniv. Ceyhan MYO Makine ve Metal Teknolojileri Böl. Adana
Prof. Dr. Murat DEMİREL	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Van
Prof. Dr. Nihat DEMİREL	Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Hatay
Prof. Dr. Kursat DEMİRYUREK	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Samsun
Dr. Öğr. Üyesi Mithat DİREK	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Konya
Prof. Dr. Mahmut ELP	Kastamonu Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Böl. Kastamonu
Prof. Dr. Mahfuz ELMASTAS	Sağlık Bilimleri Üniv. Hamidiye Eczacılık Fak. Temel Eczacılık Bilimleri Böl. İstanbul
Prof. Dr. Mehmet Kubilay ER	KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş
Dr. Öğr. Üyesi Yavuz ERDEN	Bartın Üniv. Fen Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Bartın
Prof. Dr. Yunus ESEN	Bingöl Üniv. Solhan Sağlık Hizmetleri MYO Bingöl
Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Tarım Mak. ve Tek. Müh. Böl. Isparta

\* Soyada göre sıralanmıştır.





Prof. Dr. Uğur GÖZEL  
Doç. Dr. Gürkan Alp Kaan GÜRDİL  
Doç. Dr. Aziz GÜL  
Doç. Dr. Pınar GÜLLE  
Dr. Öğr. Üyesi Bahar GÜMÜŞ  
Prof. Dr. Fuat GÜRDOĞAN  
Prof. Dr. İsmail GÜVENÇ  
Dr. Öğr. Üyesi Abdussamat GÜZEL  
Dr. Öğr. Üyesi Abdussamat GÜZEL  
Prof. Dr. Emine İKİKAT TÜMER  
Prof. Dr. Emine İKİKAT TÜMER  
Doç. Dr. Ahmet Levent İNANÇ  
Prof. Dr. Deniz İNNAL  
Prof. Dr. Necmi İŞLER  
Prof. Dr. Fatih Mehmet KANDEMİR  
Prof. Dr. Faik KANTAR  
Doç. Dr. Erkan KARACABEY  
Dr. Öğr. Üyesi Hayrettin KARADÖL  
Prof. Dr. Şinasi KAYA  
Doç. Dr. Meral KEKEÇOĞLU  
Prof. Dr. Bekir KESKİN  
Prof. Dr. Mahmut KESKİN  
Dr. Öğr. Üyesi Bakiye KILIÇ TOPUZ  
Prof. Dr. Sevda KIRBAG  
Prof. Dr. Sevda KIRBAG  
Prof. Dr. Merih KIVANÇ  
Prof. Dr. Mehmet KOCABAŞ  
Prof. Dr. Yusuf KONCA  
Doç. Dr. Nagehan Desen KÖYÇÜ  
Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul KUL  
Prof. Dr. Şener KURT  
Doç. Dr. Mustafa KÜSEK  
Doç. Dr. Yavuz MAZLUM  
Prof. Dr. Ahmet MENTEŞE  
Dr. Falah Saleh MOHAMMED  
Prof. Dr. İjlal OCAK  
Prof. Dr. İhsan Bülent OKUR  
Prof. Dr. Hikmet ORHAN  
Doç. Dr. Gülten ÖKMEN  
Prof. Dr. Zübeyde ÖNER  
Dr. Öğr. Üyesi Cumali ÖZASLAN  
Prof. Dr. Abdulhabip ÖZEL  
Prof. Dr. Nuray ÖZER

Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Çanakkale  
Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarım Mak. ve Tek. Müh. Böl. Samsun  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Hatay  
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Burdur  
Akdeniz Üniv. Turizm Fak. Gastronomi ve Mutfak Sanatları Böl. Antalya  
Fırat Üniv. Sivrice MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Elazığ  
KSÜ Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kahramanmaraş  
İnönü Üniv. Sağlık Hizmetleri MYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Böl. Malatya  
İnönü Üniv. Sağlık Hizmetleri MYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Böl. Malatya  
KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş  
KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş  
KSÜ Mimarlık Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş  
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl.  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Hatay  
Atatürk Üniv. Veteriner Fak. Veteriner Hekimliği Temel Bilimleri Böl. Erzurum  
Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Antalya  
Süleyman Demirel Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Isparta  
KSÜ Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş  
İstanbul Teknik Üniv. İnşaat Fak. Geomatik Mühendisliği Böl. İstanbul  
Düzce Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Düzce  
Ege Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. İzmir  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Hatay  
Iğdır Üniv. Iğdır Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Iğdır  
Fırat Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Elazığ  
Fırat Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Elazığ  
Eskişehir Teknik Üniv. /Fen Fak. Biyoloji Böl. Eskişehir  
Karadeniz Teknik Üniv. Orman Fak. Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Böl. Trabzon  
Erciyes Üniv. Seyrani Ziraat Fak. Zootekni Böl. Kayseri  
Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Tekirdağ  
Kırşehir Ahi Evran Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Kırşehir  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Hatay  
KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş  
İskenderun Teknik Üniv. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fak. İskenderun  
Karadeniz Teknik Üniv. Sağlık Hizmetleri MYO Tıbbi Hizmetler ve Tek. Böl. Trabzon  
Department of Biology, Faculty of Science, Zakho University, Duhok, IRAQ  
Afyon Kocatepe Üniv. Eğitim Fak. Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Böl. Afyon  
Ege Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. İzmir  
Süleyman Demirel Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Isparta  
Muğla Sıtkı Koçman Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Muğla  
Süleyman Demirel Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Isparta  
Dicle Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Diyarbakır  
Harran Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Şanlıurfa  
Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Tekirdağ





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Prof. Dr. İnanç ÖZGEN  
Prof. Dr. Burhan ÖZKAN  
Prof. Dr. Ergin ÖZTÜRK  
Doç.Dr. Mehmet Yavuz PAKSOY  
Prof. Dr. Mehmet PARLAK  
Dr. Öğr. Üyesi Suray PEHLİVANOĞLU  
Dr. Öğr. Üyesi Hidayet SAĞLAM  
Prof. Dr. Musa SARICA  
Doç. Dr. İslam SARUHAN  
Prof. Dr. Selami SELVİ  
Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ  
Prof. Dr. Sarp Korkut SÜMER  
Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN  
Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN  
Prof. Dr. Nazım ŞEKEROĞLU  
Doç. Dr. Yakup ŞENYÜZ  
Doç. Dr. Fulya TAN  
Dr. Öğr. Üyesi Nuran TAPKI  
Prof. Dr. Şener TARLA  
Doç. Dr. Atilla TASKİN  
Dr. Öğr. Üyesi Gani Erhan TAŞAR  
Doç.Dr. Mehtap TEKŞEN  
Prof. Dr. A. Yalçın TEPE  
Doç.Dr. Aycan TOSUNOĞLU  
Prof. Dr. Renan TUNALIOĞLU  
Prof. Dr. Renan TUNALIOĞLU  
Prof. Dr. Raşit URHAN  
Doç. Dr. Fatih ÜÇKARDEŞ  
Prof. Dr. Servet YALÇIN  
Prof. Dr. Telat YANIK  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YARAN  
Prof. Dr. Azmi YERLİKAYA  
Prof. Dr. Azmi YERLİKAYA  
Prof.Dr.İsmet YILDIRIM  
Prof. Dr. Ahmet YILDIZ  
Prof. Dr. Ayhan YILDIZ  
Prof. Dr. Nazmi YÜKSEK  
Prof.Dr. Zehranur YÜKSEKDAĞ

Fırat Üniv. Baskil MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Elazığ  
Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Antalya  
Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Samsun  
Munzur Üniv. Tunceli Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Böl. Tunceli  
ÇOMÜ Lapseki MYO Kimya ve Kimyasal İşleme Tek. Böl. Lapseki-Çanakkale  
Necmettin Erbakan Üniv. Fen Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Konya  
Kilis 7 Aralık Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Kilis  
Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Samsun  
Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Samsun  
Balıkesir Üniv. Altınoluk MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Balıkesir  
Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Tekirdağ  
ÇOMÜ Ziraat Fak. Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Böl. Çanakkale  
KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş  
KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş  
Kilis 7 Aralık Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kilis  
Kütahya Dumlupınar Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Kütahya  
Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Tekirdağ  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Hatay  
Uşak Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Uşak  
Kırşehir Ahi Evran Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Kırşehir  
Adıyaman Üniv. Kahta MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Adıyaman  
Aksaray Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Aksaray  
Giresun Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Giresun  
Bursa Uludağ Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Bursa  
Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Aydın  
Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Aydın  
Pamukkale Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Pamukkale  
Adıyaman Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Adıyaman  
Ege Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. İzmir  
Atatürk Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Böl. Erzurum  
Gaziantep Üniv. İslahiye MYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Böl. Gaziantep  
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Kütahya  
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Kütahya  
Düzce Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Düzce  
Atatürk Üniv. Veteriner Fak. Zootečni ve Hayvan Besleme Böl. Erzurum  
Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Aydın  
Van Yüzüncü Yıl Üniv. Veteriner Fak. Klinik Bilimler Böl. Van  
Gazi Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Ankara



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### Düzeltilme Yazısı / Erratum

İdikut L, Zulkadir G, Polat C, Çiftçi S, Önem AB 2019. Farklı Lokasyonlarda ve Ekim Zamanlarında Yetiştirilen Börülçenin Agromorfolojik Özellikleri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 22(2): 164-169. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi. 447677

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Avşar Kampüsü, Kahramanmaraş  
✉: s.songulciftci@gmail.com

KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi'nin 2019 yılı 22. Cilt 2. Sayısında yer alan "İdikut L, Zulkadir G, Polat C, Çiftçi S, Önem AB 2019. Farklı Lokasyonlarda ve Ekim Zamanlarında Yetiştirilen Börülçenin Agromorfolojik Özellikleri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 22(2): 164-169. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi. 447677" referanslı makalede yazarlar tarafından makalede yer alan Çizelge 3'ün dizgisi sırasında sehven bazı yazım hatalarının yapıldığı tespit edilmiştir. Makalede yer alan Çizelge 3'ün düzeltilmiş şekli aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 3. Farklı lokasyon ve ekim zamanlarına göre Şimal börülce çeşidinin incelenen özelliklere ait ortalamaları.

Lokasyon	20 Nisan	5 Mayıs	20 Mayıs	5 Haziran	20 Haziran	5 Temmuz	20 Temmuz	Ortalama
Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)								**
Lokasyon1	40.00	35.00	35.03	37.00	36.03	32.03	35.03	35.73 b
Lokasyon2	43.03	43.23	44.00	59.05	72.00	63.10	60.78	55.02 a
Ortalama**	41.51 d	39.11 e	39.51 e	48.03 b	54.01 a	47.56 c	47.90 bc	45.38
İlk Bakla Yüksekliği (cm)								
Lokasyon1	25.13	21.90	28.28	27.50	29.73	26.57	24.13	26.18
Lokasyon2	33.33	29.70	33.70	23.55	20.93	21.13	19.75	26.01
Ortalama**	29.23 ab	25.80 bc	30.99 a	25.53 bc	25.33 c	23.85 c	21.94 c	26.10
Bitki Boyu (cm)								**
Lokasyon1	162.65	127.40	176.18	166.93	142.50	126.33	110.40	144.63 a
Lokasyon2	36.65	38.10	43.63	34.88	29.88	27.60	28.15	34.12 b
Ortalama**	99.65 ab	82.75 cd	109.90 a	100.90 ab	86.19 bc	76.97 cd	69.28 d	89.37
Dal Sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> )								*
Lokasyon1	10.08	10.43	9.35	9.05	7.83	6.53	7.97	8.75 a
Lokasyon2	10.55	9.28	9.33	8.25	6.35	6.13	6.25	8.02 b
Ortalama**	10.31 a	9.85 ab	9.34 ab	8.65 b	7.09 c	6.33 c	7.11 c	8.38

0.01önemli (\*\*), 0.05 önemli (\*)

## Evaluation of Cytotoxic Effect of *Onosma armeniacum* Extract on Various Cancer Cells

Selim DEMİR<sup>1\*</sup>, Elif AYAZOĞLU DEMİR<sup>2</sup>, İbrahim TURAN<sup>3</sup>, Ufuk OZGEN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health Sciences, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, <sup>2</sup>Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Macka Vocational High School, Karadeniz Technical University, 61750 Trabzon, Turkey, <sup>3</sup>Department of Genetic and Bioengineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Gumushane University, 29100 Gumushane, Turkey, <sup>4</sup>Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, Turkey.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1863-6280>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9027-7633>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-3400-5494>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-9839-6717>

✉: selim-demir@hotmail.com

### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the antioxidant properties of the root extract of *Onosma armeniacum* and its cytotoxic effect against human liver (HepG2), lung (A549) and colon (WiDr) cancer cell lines compared with a normal fibroblast cell line. Antioxidant properties of the extract was determined using the colorimetric methods. The cytotoxic effect of the extract were investigated using MTT assay. The total phenolic content and reducing power values of extract were 26.1±0.4 mg gallic acid equivalent and 52.6±1.1 mg trolox equivalent per g sample, respectively. The extract exhibited selective cytotoxic effect in all studied cancer cell lines, especially HepG2 (3.6-fold). The results of this study reveal that *O. armeniacum*, which has been found to have acceptable antioxidant and cytotoxic effects, should be examined with more comprehensive studies.

### Research Article

#### Article History

Received : 30.04.2020

Accepted : 18.06.2020

#### Keywords

Antioxidant activity

Cancer

Cell culture

Cytotoxicity

*Onosma armeniacum*

## *Onosma armeniacum* Ekstraktının Çeşitli Kanser Hücrelerindeki Sitotoksik Etkisinin Değerlendirilmesi

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı *O. armeniacum* kök ekstraktının antioksidan özellikleri ile normal bir fibroblast hücre hattına kıyasla insan karaciğer (HepG2), akciğer (A549) ve kolon (WiDr) kanser hücre hatlarındaki sitotoksik etkisini araştırmaktır. Ekstraktın antioksidan özellikleri kolorimetrik yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Ekstraktın sitotoksik etkisi MTT yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Ekstraktın toplam fenolik içerik ve indirgeyici güç değerleri, g örnek başına sırasıyla 26.1±0.4 mg galik asit eşdeğeri ve 52.6±1.1 mg troloks eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Ekstrakt, çalışılan tüm kanser hücre serilerinde, özellikle HepG2 (3.6 kat), seçici sitotoksik etki göstermiştir. Çalışmanın sonuçları, kabul edilebilir antioksidan ve sitotoksik etkilere sahip olduğu saptanan *O. armeniacum*'un daha kapsamlı çalışmalarla incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 30.04.2020

Kabul Tarihi : 18.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Antioksidan aktivite

Hücre kültürü

Kanser

*Onosma armeniacum*

Sitotoksikite

**To Cite :** Demir S, Ayazoglu Demir E, Turan I, Ozgen U 2021. Evaluation of Cytotoxic Effect of *Onosma armeniacum* Extract on Various Cancer Cells. KSU J. Agric Nat 24 (2): 252-259. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.729814>

### INTRODUCTION

Cancer, a non-communicable disease, is one of the largest causes of death, and is expected to increase by 75% over the next two decades to reach nearly 25 million cases (Wellington, 2015). Developing country populations are inexplicably affected by an increasing number of cancer cases (Pereyra et al., 2019). Africa, Asia, Central and South America account for over 60% of total cases worldwide and about 70% of cancer deaths in the world (Wellington, 2015). The loss of the

cell cycle control and avoiding apoptotic death of the cells are two of the most important factors in transforming a normal cell into a malignant state (Wellington, 2015; Erdogan et al., 2020). Surgery, radiotherapy and chemotherapy are the three main approaches to cancer treatment (Pereyra et al., 2019). Although chemotherapy is a frequently used method in the treatment of cancer, some disadvantages reduce the success rate of chemotherapy (Boulos et al., 2019). The most important disadvantages of chemotherapy



are developing of drug resistance against chemotherapeutics in cancer cells and formation of harmful effect in normal cells in time (Pereyra et al., 2019). Both reasons prevent the administration of drug doses high enough to kill of all cancer cells in the body (Boulos et al., 2019). Therefore, there is an urgent need for new generation drugs with improved pharmacological properties for cancer treatment. Since 60% of the current anticancer drugs are derived from natural products, the search for new drug candidates from natural products is logical and promising (Albaqami et al., 2018; Boulos et al., 2019).

Mankind has been looking for ways to deal with diseases since ancient times, and this seeking still continues (Calhan and Gundogan, 2019). People have used the traditional herbal remedies to treat many diseases for centuries (Stanković et al., 2020). Today, the use of traditional medicines is increasing daily in developed and developing countries. According to the World Health Organization, more than half of the world population uses traditional treatment methods to relieve their ailments (Singh, 2015). The use of traditional medicine and medicinal plants has therefore attracted considerable interest in the scientific arena in recent years, and the plants are still considered to be the main source for the largest natural antioxidant and anticancer components (Moghaddam et al., 2012). Natural products are drug raw materials that need to be further tested due to their anticancer properties (Pereyra et al., 2019). However, many plants have been used in traditional therapy for centuries but have not been scientifically studied (Asadi-Samani et al., 2019). Turkey has a wide variety of plant species diversity due to its geographical location and climate (Calhan and Gundogan, 2019). The genus *Onosma* L. belongs to Boraginaceae family and contains more than 200 species which mostly spreads of China, Turkey, Iran and Pakistan. In particular, Anatolia is a central geography for 95 *Onosma* species and 48 of these species are endemic (Kumar et al., 2013). One of these species is also *Onosma armeniacum* Klokov which is especially grown in Eastern Anatolia Region in Turkey (Ozgen et al., 2004). Traditionally, *Onosma* species are used to treat rheumatism, bladder pain, kidney irritation, hypertension, tonsillitis, hemorrhoids, bronchitis, dyspnea, gynecological problems, asthma, cancer and infectious diseases (Mazandarani et al., 2011; Kumar et al., 2013; Engel et al., 2016; Stanković et al., 2020). The main secondary metabolites of this genus are alkaloids, naphthoquinones, phenolics, phytosterols, terpenoids and fatty acids (Mazandarani et al., 2011; Engel et al., 2016). Wound-healing, antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial and anticancer activities of this genus have been demonstrated in previous studies and these activities are attributed to the above mentioned compounds (Moghaddam et al., 2012;

Kumar et al., 2013; Engel et al., 2016). In addition, some *Onosma* species have been used in the cosmetic industry in recent years (Sivaci et al., 2015).

Researching the cytotoxic effect of Boraginaceae species has become very popular in recent years and the number of scientific works in this field is increasing daily. Poma *et al.* (2018) reported that *Glandora rosmarinifolia* extract exhibits antiproliferative effect on human liver and breast cancer cells through inducing oxidative stress, while Aïssaoui *et al.* (2019) demonstrated that *Heliotropium bacciferum* extract has selective cytotoxic effect on human colon cancer (HCT-116 and DLD1) cells compared with human normal fibroblast cells. Recently, Erdogan *et al.* (2020) demonstrated that *Paracaryum bingoelianum* extract has moderate cytotoxic effect on human breast (MCF-7) and colon (HT-29) cancer cells through inducing apoptosis. However, to the best of knowledge, the cytotoxic effect of *Onosma armeniacum* is not explored yet. The aim of this study was to investigate the antioxidant properties of *Onosma armeniacum* extract and its cytotoxic effect against human liver (HepG2), lung (A549) and colon (WiDr) cancer cell lines compared with a normal fibroblast (BJ) cell line.

## MATERIALS and METHODS

### Chemicals

All the chemicals and solvents used in extract preparation, antioxidant activity analysis and cytotoxicity experiments were purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). All the chemicals and solutions used in cell culture studies were purchased from Lonza (Verviers, Belgium) and Biological Industries (Kibbutz Beit Haemek, Israel).

### Plant Material

The roots of *Onosma armeniacum* were collected from Erzurum province of Turkey. The plant samples were authenticated by Professor Ufuk Ozgen (Karadeniz Technical University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacognosy). A voucher specimen was deposited in the Herbarium of the Faculty of Pharmacy of Ankara University (AEF-23796).

### Preparation of Extract

The root samples were left to dry at room temperature for 15 days. The root parts of the dried plant were carefully powdered using a mechanical grinder (Retsch ZM 200, Haan, Germany). For preparing stock extract, 1 g of the powder material was weighed and mixed with 20 mL dimethyl sulfoxide (DMSO) and then mixture was continuously stirred at 45°C for 24 h. At the end of the period, the mixture was filtered through filter paper (Whatman Grade 1) and 0.2 µm filter and stored at -20°C by aliquoting (Mazandarani et al., 2011; Demir et al., 2018a).

### Total Phenolic Content (TPC) Analysis

The total phenolic content of the extract was determined with Folin-Ciocalteu reagent using the method of developing by Slinkard and Singleton (1977). Gallic acid was used as a standard and the result was expressed as mg gallic acid equivalent per g powder of dry plant (mg GAE g sample<sup>-1</sup>) (Aliyazicioglu et al., 2017).

### Total Flavonoid Content (TFC) Analysis

The total flavonoid content of the extract was determined with aluminium chloride method (Moreno et al., 2000). Quercetin was used as a standard and the result was expressed as mg quercetin equivalent per g powder of dry plant (mg QE g sample<sup>-1</sup>) (Demir et al., 2018b).

### Reducing Power Analysis

The ferric reducing power of extract was determined using the method of developing by Oyaizu (1986). Trolox was used as a standard and the result was expressed as mg trolox equivalent per g powder of dry plant (mg TE g sample<sup>-1</sup>) (Ozkan et al., 2017).

### Cell Culture

A549, WiDr, HepG2 and BJ cell lines were obtained from American Type Culture Collection (Manassas, VA, USA). All cells were cultivated in Eagle's minimum essential medium (EMEM) supplemented with 10% fetal bovine serum, 1% penicillin/streptomycin solution and with a 5% CO<sub>2</sub> supply at 37°C (Demir et al., 2019a).

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

The cytotoxic effect of extract and cisplatin (was used as a positive control) was determined using colorimetric MTT assay (Mosmann, 1983) with slight modifications (Turan et al., 2018). Cancer cells were seeded in 96-well plates at 5000 cells per well, while BJ cells were seeded at 2500 cells per well and overnight incubated at 37°C. After incubation, the medium was discarded and the cells were exposed with different concentrations of extracts (2.5-250 µg mL<sup>-1</sup>) (Engel et al., 2016) and cisplatin (0.09-12 µg mL<sup>-1</sup>) (Demir et al., 2019b) for 72 h. DMSO concentration to which cells were exposed was kept below 0.1% (v/v), and only cells treated with 0.1% (v/v) DMSO formed the negative control group (Engel et al., 2016). At the end of the period, the media were removed and fresh medium containing 0.25 mg mL<sup>-1</sup> MTT dye was added to each well. After two hours of incubation, the media were removed, and the formed formazan crystals were dissolved in DMSO. The absorbance value in wells were read using a microplate reader (Versamax Molecular Devices, CA, USA) at 570 nm. Cell viability

(%) was calculated used with following formula (Turan et al., 2017):

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

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

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

### Statistical Analysis

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

## RESULTS and DISCUSSION

The situation that endogenous and exogenous redox reactions do not balance by the antioxidant system is called "oxidative stress" (Turkmen et al., 2016). It is known that increased oxidative stress causes cell damage and cell death and oxidative stress is among the most important causes of fatal diseases, such as cancer, diabetes, neurodegenerative and cardiovascular diseases (Yalcin et al., 2016). Antioxidant molecules prevent diseases by preventing the formation of free radicals, scavenging the free radicals or repairing the harmful effects of free radicals (Misir et al., 2018). There is no doubt that plants are a good source for biologically active phytochemicals and to date more than 4000 phytochemicals have been identified in plants, including phenolic acid, tannine, coumarin, anthraquinone, flavonoid, phenolic diterpene and anthocyanin subgroups (Mazandarani et al., 2011). Phenolics are known to have various biological activities, such as antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial and anticancer (Mazandarani et al., 2011; Yalcin et al., 2016). The determination of phenolic content and antioxidant activity in plant materials is seen as a starting point for investigating potential health benefits (Stanković et al., 2020). The antioxidant potential of the extract were therefore determined using the TPC, TFC and reducing power methods and the results were shown in Table 1.

In other studies examining the antioxidant properties of different *Onosma* species, Ebrahimzadeh *et al.* (2010) reported that TPC and TFC values of *O. demawendicum* extract are 47.2±2.2 mg GAE g sample<sup>-1</sup>, and 13.7±0.8 mg QE g sample<sup>-1</sup>, respectively.



**Table 1.** Antioxidant properties of *O. armeniacum* extract (n=6)

**Çizelge 1.** *O. armeniacum* ekstraktının antioksidan özellikleri (n=6)

<i>Antioxidant Parameters</i>	
Total Phenolic Content (mg GAE g sample <sup>-1</sup> )	26.1±0.4
Total Flavonoid Content (mg QE g sample <sup>-1</sup> )	13.7±0.9
Reducing Power (mg TE g sample <sup>-1</sup> )	52.6±1.1

While Mazandarani *et al.* (2011) reported that TPC and TFC values of different *O. dichroanthum* extracts are range from 4.5 to 125.6 mg GAE g sample<sup>-1</sup>, and 9.8 to 41 mg QE g sample<sup>-1</sup>, respectively. Gharib and Godarzee (2016) demonstrated that TPC and TFC values of different *Onosma* species (*O. bulbotrichum*, *O. microcarpum* and *O. sericeum*) are range from 3.4 to 19.3 mg GAE g sample<sup>-1</sup>, and 2.5 to 14.5 mg QE g sample<sup>-1</sup>, respectively, while Khaledi *et al.* (2018) reported that TPC and TFC values of *O. sericeum* extract are 54.5 mg GAE g sample<sup>-1</sup>, and 13.8 mg QE g sample<sup>-1</sup>, respectively. Calhan and Gundogan (2019) reported that TPC and TFC values of different *O. sericeum* extracts are range from 58.4 to 93.3 mg GAE g sample<sup>-1</sup>, and 21.8 to 60.3 mg QE g sample<sup>-1</sup>, respectively, while Stanković *et al.* (2020) reported that TPC and TFC values of different *Onosma* species (*O. sericea* and *O. stenoloba*) are range from 32.5 to 69.8 mg GAE g sample<sup>-1</sup>, and 8.4 to 52.6 mg rutin equivalent g sample<sup>-1</sup>. This results were consistent with the findings of many research groups investigating the antioxidant properties of different *Onosma* extracts. The minor differences between this results and the results of other studies may be due to the plant species, the extraction method and the solvent type.

Cancer is one of the most dangerous and rapidly spreading diseases today, and colon, lung and liver cancer are among the most common types of cancer (Erdogan *et al.*, 2020). Herbal products with the ability to inhibit cell proliferation and induce apoptosis are widely researched for the development of anticancer drugs (Albaqami *et al.*, 2018). Although there are some reports about the cytotoxic effect of various Boraginaceae species (Poma *et al.*, 2018; Aïssaoui *et al.*, 2019; Erdogan *et al.*, 2020), there is no study about the cytotoxic effect of *Onosma armeniacum*. Therefore, this study aimed to determine the cytotoxic effect of *O. armeniacum* extract on various cell lines, including A549, HepG2 and WiDr, representing common cancers. The cytotoxic effect of the extract on these cell lines was determined using MTT assay and the growth curves of the cells were shown in Figure 1.

When all cells are evaluated together, statistically significant cytotoxic effect of extract was emerged starting at a concentration of 5 µg mL<sup>-1</sup> and extract exhibited cytotoxic effect in all studied cancer cells in a dose-dependent manner.

Cisplatin was used as a positive control in cytotoxicity experiments and the growth inhibitor effect of cisplatin on all studied cell lines was shown in Figure 2.

When all cells are evaluated together, statistically significant cytotoxic effect of cisplatin was emerged starting at a concentration of 0.09 µg mL<sup>-1</sup> and cisplatin exhibited cytotoxic effect in all studied cancer cells in a dose-dependent manner. In order to make the results more understandable, the IC<sub>50</sub> values (µg mL<sup>-1</sup>) of extract and cisplatin in all studied cell lines were calculated and presented in Table 2.

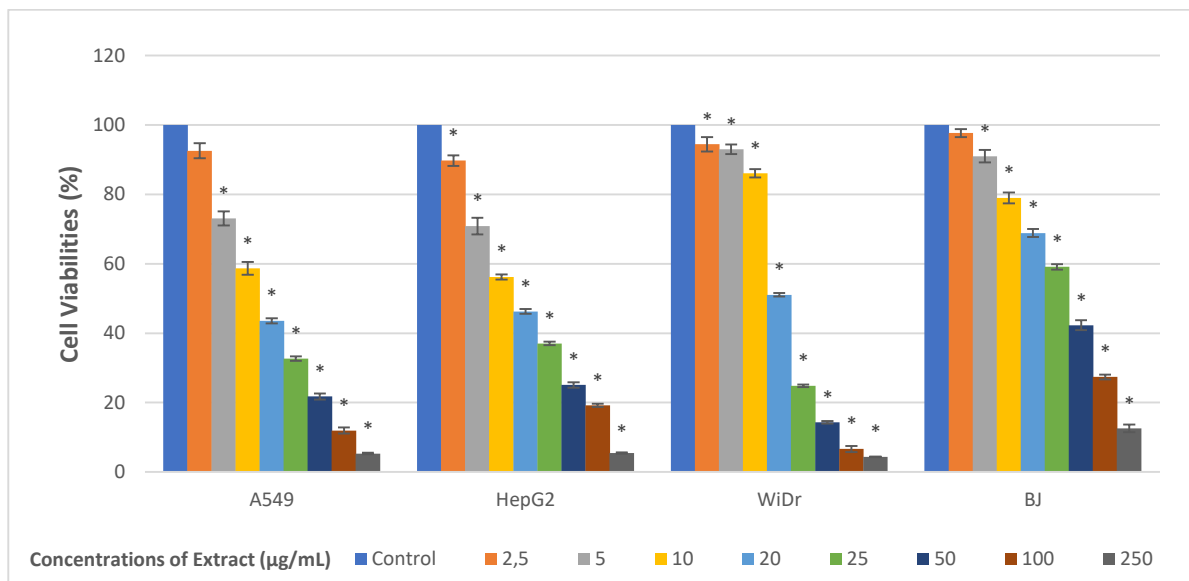


Figure 1. The cytotoxic of *O. armeniacum* extract on cancer and BJ cell lines.

\*Denotes statically significant differences in comparison with control (p<0.01).

Şekil 1. *O. armeniacum* ekstraktının kanser ve BJ hücre hatları üzerindeki sitotoksik etkisi.

\*Kontrol ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farkı belirtir (p<0.01).

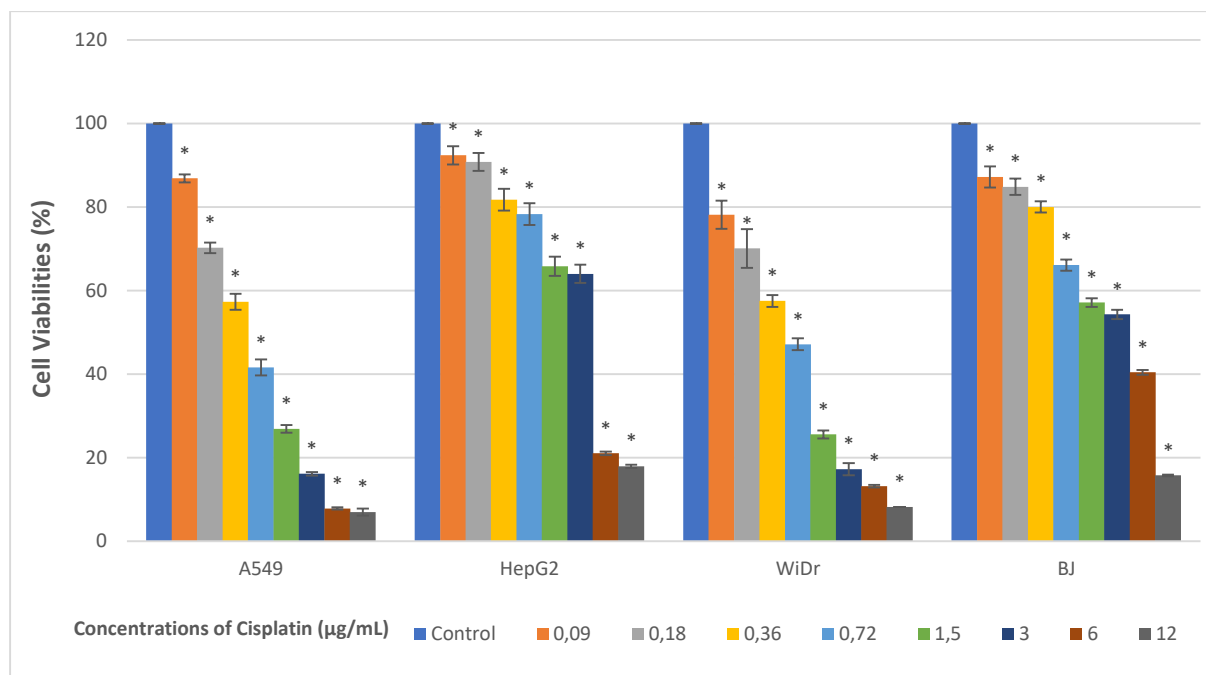


Figure 2. The cytotoxic of *cisplatin* on cancer and BJ cell lines.

\*Denotes statically significant differences in comparison with control ( $p < 0.01$ ).

Şekil 2. Cisplatinin kanser ve BJ hücre hatları üzerindeki sitotoksik etkisi.

\*Kontrol ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farkı belirtir ( $p < 0.01$ ).

Table 2. IC<sub>50</sub> values ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) calculated for *O. armeniacum* extract and cisplatin (n=4)

Çizelge 2. *O. armeniacum* ekstraktı ve cisplatin için hesaplanan IC<sub>50</sub> ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) değerleri (n=4)

	Extract	Cisplatin
<b>A549</b>	17.5±0.5	0.73±0.02
<b>HepG2</b>	12.8±0.5	4.11±0.01
<b>WiDr</b>	18.3±0.3	0.78±0.03
<b>BJ</b>	45.9±1.0	5.15±0.09

When Table 2 is examined, it is seen that the IC<sub>50</sub> values for extract ranged from 12.8 to 45.9  $\mu\text{g mL}^{-1}$ . According to the US National Cancer Institute, the extract with an IC<sub>50</sub> value lower than 30  $\mu\text{g mL}^{-1}$  against tumor cell lines in *in vitro* conditions are considered promising for anticancer drug development (de Oliveira et al., 2016). From this point of view, it is seen that the cytotoxic effect of the extract on all three cell lines meets this condition. In previous studies showing the cytotoxic effect of different *Onosma* species, Engel et al. (2016) reported that *Onosma hispidum* extract exhibits moderate cytotoxic effect on two bone (MG-63, Saos-2) and two breast (BT-20, MCF-7) cancer cell lines, while Vukic et al. (2018) reported that *Onosma visianii* extract exhibits antiproliferative effect on human colon (HCT-116) and breast (MDA-MB-231) cell lines through inducing apoptosis and cell cycle arrest at G<sub>2</sub>/M phase. Albaqami et al. (2018) reported that *Onosma bracteatum* extract exhibits cytotoxic effect on human prostate (PC-3), lung (A549) and breast (BT549) cancer

cells in a dose-dependent manner through inducing caspase-3 activity, while Asadi-Samani et al. (2019) reported that *Onosma sericeum* extract exhibits pretty low cytotoxic effect (IC<sub>50</sub>>300  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) on human breast cancer (MCF-7 and MDA-MB-231) cells. Recently, Calhan and Gundogan (2019) reported that *Onosma sericeum* extract exhibits cytotoxic effect on human breast cancer (MCF-7) cells in a dose-dependent manner.

Selectivity is one of the most important criteria for a compound to be evaluated as a chemotherapeutic (Aliyazicioglu et al., 2019). For this reason, one normal cell line (BJ) was used along with three cancer cells in the study. The SI of extract and cisplatin for all studied cancer cells were calculated using the formula described in the "Materials and Method Section" of the IC<sub>50</sub> values obtained for each cell and results were presented in Table 3.

Table 3. SI values of *O. armeniacum* extract and cisplatin

	Extract	Cisplatin
<b>A549</b>	2.6	7.0
<b>HepG2</b>	3.6	1.3
<b>WiDr</b>	2.5	6.6

The results showed that the extract exhibited a highly selective cytotoxic effect, especially in the HepG2 cell lines. It is emphasized that the SI value for a compound or extract whose cytotoxic activity has been investigated should be at least 2 (de Oliveira et al.,

2016). From this point of view, the SI value of the extract in all three cell series satisfied this condition.

*Onosma* species are reported to be rich in phenolics (benzoic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, coumaric acid, ferulic acid, protocatechuic acid, rosmarinic acid, apigenin, catechin, kaempferol, quercetin and luteolin) and naphthoquinones (shikonin derivatives) (Ozgen et al., 2004; Kumar et al., 2013; Stanković et al., 2020). Various studies reported that phenolic and naphthoquinone derivatives exhibit antiproliferative effect on various types of cancer, such as leukemia, melanoma, glioma, prostate, liver, breast, bladder, gastric, thyroid, cervix, colon and lung. The antiproliferative activities of these compounds are explained by several cellular mechanisms, such as their ability of modulating apoptosis, necroptosis, reactive oxygen species (ROS) formation, glycolysis, inflammation, angiogenesis, metastasis, autophagy, ferroptosis, cell cycle arrest, mitochondrial function, endoplasmic reticulum stress, cytoskeleton formation, and PI3K/AKT/mTOR and RAS/RAF/MEK/ERK signaling pathways (Zhou et al., 2016; Abotaleb et al., 2019; Boulos et al., 2019; Wang et al., 2019). Therefore, it could be considered that the selective cytotoxic activity of the extract may be due to the synergistic effect of its phenolic and naphthoquinone content.

## CONCLUSION

This is the first study to determine the antioxidant potential and selective cytotoxic effect of *Onosma armeniacum* in the literature. It is believed that it would be beneficial to identify the active compounds of the plant and the cytotoxic mechanisms of these compounds, as well as to support studies with *in vivo* experiments.

## Researchers Contribution Rate Declaration Summary

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

## Conflicts of Interest Statement

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

## REFERENCES

- Abotaleb M, Samuel SM, Varghese E, Varghese S, Kubatka P, Liskova A, Büsselberg D, 2019. Flavonoids in cancer and apoptosis. *Cancers* (Basel), 11(1): 28.
- Aïssaoui H, Mencherini T, Esposito T, De Tommasi N, Gazerro P, Benayache S, Benayache F, Mekkiou R, 2019. *Heliotropium bacciferum* Forssk. (Boraginaceae) extracts: chemical constituents, antioxidant activity and cytotoxic effect in human cancer cell lines. *Nat Prod Res*, 33(12): 1813-1818.
- Albaqami J, Myles EL, Tiriveedhi V, Boadi W, Driggins SN, 2018. The effect of *Onosma bracteatum* in cancer cells. *MOJ Bioequiv Availab*, 5(6): 321-325.
- Aliyazicioglu R, Demir S, Badem M, Sener SO, Korkmaz N, Demir EA, Ozgen U, Karaoglu SA, Aliyazicioglu Y, 2017. Antioxidant, antigenotoxic, antimicrobial activities and phytochemical analysis of *Dianthus carmelitarum*. *Rec Nat Prod*, 11(3): 270-284.
- Aliyazicioglu Y, Demir S, Yaman SO, Sener SO, Demir EA, Aliyazicioglu R, Turan I, 2019. Phytochemical analysis of *Dorycnium pentaphyllum* and its antiproliferative effect on cervix cancer cells. *KSU J Agric Nat*, 22(Suppl 2): 365-373.
- Asadi-Samani M, Rafieian-Kopaei M, Lorigooini Z, Shirzad H, 2019. A screening of anti breast cancer effects and antioxidant activity of twenty medicinal plants gathered from Chaharmahal va Bakhtyari province, Iran. *J Pharm Pharmacogn Res*, 7(3): 213-222.
- Boulos JC, Rahama M, Hegazy MEF, Efferth T, 2019. Shikonin derivatives for cancer prevention and therapy. *Cancer Lett*, 459: 248-267.
- Calhan SD, Gundogan M, 2019. Evaluation of changes in the biological activity of *Onosma sericeum* Willd (Boraginaceae) based on collection time and extraction solvent, and determination of its mineral and trace element composition. *JOTCSA*, 6(3): 355-364.
- Demir S, Turan I, Aliyazicioglu R, Ozer Yaman S, Aliyazicioglu Y, 2018a. *Primula vulgaris* extract induces cell cycle arrest and apoptosis in human cervix cancer cells. *J Pharm Anal*, 8: 307-311.
- Demir S, Turan I, Aliyazicioglu Y, 2018b. Cytotoxic effect of *Rhododendron luteum* leaf extract on human cancer cell lines. *KSU J Agric Nat*, 21(6): 950-956.
- Demir S, Turan I, Aliyazicioglu Y, 2019a. Antioxidant properties of *Primula vulgaris* flower extract and its cytotoxic effect on human cancer cell lines. *KSU J Agric Nat*, 22(1): 78-84.
- Demir S, Turan I, Misir S, Aliyazicioglu Y, 2019b. Selective cytotoxic effect of *Dorycnium pentaphyllum* extract on human breast, liver, and lung cancer cells. *KSU J Agric Nat*, 22(3): 473-479.
- Demir S, Ozer Yaman S, Sener SO, Ayazoglu Demir E, Aliyazicioglu R, Ozgen U, Mentese A, Deger O, Aliyazicioglu Y, 2020. *Dorycnium pentaphyllum* extract has antiproliferative effect on human cervix and colon cancer cells. *Nutr Cancer*, 72(3): 504-512.
- de Oliveira PF, Damasceno JL, Bertanha CS, Araújo AR, Pauletti PM, Tavares DC, 2016. Study of the cytotoxic activity of *Styrax camporum* extract and its chemical markers, egonol and homoegonol. *Cytotechnology*, 68(4): 1597-1602.
- Ebrahimzadeh MA, Nabavi SF, Nabavi SM, Eslami B,

- Asgarirad H, 2010. In vitro antioxidant and free radical scavenging activity of *Leonurus cardiaca* subsp. *Persicus*, *Grammosciadium platycarpum* and *Onosma demawendicum*. *Afr J Biotechnol*, 9(51): 8865-8871.
- Engel N, Ali I, Adamus A, Frank M, Dad A, Ali S, Nebe B, Atif M, Ismail M, Langer P, Ahmad VU, 2016. Antitumor evaluation of two selected Pakistani plant extracts on human bone and breast cancer cell lines. *BMC Complement Altern Med*, 16: 244.
- Erdoğan MK, Gecibesler IH, Behcet L, 2020. Chemical constituents, antioxidant, antiproliferative and apoptotic effects of a new endemic Boraginaceae species: *Paracaryum bingolianum*. *Results in Chemistry*, 2: 100032.
- Gharib A, Godarzee M, 2016. Determination of secondary metabolites and antioxidant activity of some Boraginaceae species growing in Iran. *Trop J Pharm Res*, 15(11): 2459-2465.
- Khaledi M, Khaledi F, Asadi-Samani M, Gholipour A, Kouhi AM, 2018. Phytochemical evaluation and antibacterial effects of *Medicago sativa*, *Onosma sericeum*, *Parietaria judaica* L., *Phlomis persica* and *Echinophora platyloba* DC. on *Enterococcus faecalis*. *Biomed Res Ther*, 5(1): 1941-1951.
- Kumar N, Kumar R, Kishore K, 2013. *Onosma* L.: A review of phytochemistry and ethnopharmacology. *Pharmacogn Rev*, 7: 140-151.
- Mazandarani M, Moghaddam PZ, Baiat H, Zolfaghari MR, Ghaemi EA, Hemati H, 2011. Antioxidant activity, phenol, flavonoid and anthocyanin contents in various extracts of *Onosma dichroanthum* Boiss. in north of Iran. *Iran J Plant Physiol*, 1(3): 169-176.
- Misir S, Aliyazicioglu Y, Demir S, Turan I, Yaman SO, Deger O, 2018. Antioxidant properties and protective effect of Turkish propolis on t-BHP-induced oxidative stress in foreskin fibroblast cells. *IJPER*, 52(1): 94-100.
- Moghaddam PZ, Mazandarani M, Zolfaghari MR, Badeleh MT, Ghaemi EA, 2012. Antibacterial and antioxidant activities of root extract of *Onosma dichroanthum* Boiss. in north of Iran. *Afr J Microbiol Res*, 6(8): 1776-1781.
- Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA, 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol*, 71(1-2): 109-114.
- Mosmann T, 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J Immunol Methods*, 65: 55-63.
- Oyaizu M, 1986. Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. *Jpn J Nutr*, 44: 307-315.
- Ozgen U, Coskun M, Kazaz C, Secen H, 2004. Naphthoquinones from the roots of *Onosma argentatum* Hub.-Mor. (Boraginaceae). *Turk J Chem*, 28: 451-454.
- Ozkan MT, Aliyazicioglu R, Demir S, Misir S, Turan I, Yildirmis S, Aliyazicioglu Y, 2017. Phenolic characterisation and antioxidant activity of *Primula vulgaris* and its antigenotoxic effect on fibroblast cells. *Jundishapur J Nat Pharm Prod*, 12(1): e40073.
- Pereyra CE, Dantas RF, Ferreira SB, Gomes LP, Silva-Jr FP, 2019. The diverse mechanisms and anticancer potential of naphthoquinones. *Cancer Cell Int*, 19: 207.
- Poma P, Labbozzetta M, Notarbartolo M, Bruno M, Maggio A, Rosselli S, Sajeve M, Zito P, 2018. Chemical composition, in vitro antitumor and prooxidant activities of *Glandora rosmarinifolia* (Boraginaceae) essential oil. *PLoS One*, 13(5): e0196947.
- Singh R, 2015. Medicinal plants: A review. *J Plant Sci*, 3: 50-55.
- Sivaci A, Binzet R, Duman S, Teke HI, 2015. The determination of total antioxidant activity, phenolics and pigments during vegetative and reproductive periods of *Onosma* species. *Bulg J Agric Sci*, 21: 261-265.
- Slinkard K, Singleton VL, 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Viticult*, 28: 49-55.
- Stanković JSK, Ceylan R, Zengin G, Matić S, Jurić T, Diuzheva A, Jeko J, Cziáký Z, Aktumsek A, 2020. Multiple biological activities of two *Onosma* species (*O. sericea* and *O. stenoloba*) and HPLC-MS/MS characterization of their phytochemical composition. *Ind Crops Prod*, 144: 112053.
- Turan I, Demir S, Kilinc K, Aliyazicioglu Y, Alver A, Misir S, Ozer Yaman S, Akbulut K, Mentese A, Deger O, 2017. *Morus rubra* extract induces G<sub>1</sub> cell cycle arrest and apoptosis in human lung and prostate cancer cells. *IJPER*, 51(1): 51-58.
- Turan I, Demir S, Kilinc K, Yaman SO, Misir S, Kara H, Genc B, Mentese A, Aliyazicioglu Y, Deger O, 2018. Cytotoxic effect of *Rosa canina* extract on human colon cancer cells through repression of telomerase expression. *J Pharm Anal*, 8(6): 394-399.
- Turan I, Demir S, Aliyazicioglu R, Kilinc K, Ozer Yaman S, Akbulut Cakiroglu K, Kanbolat S, Ayazoglu Demir E, Mentese A, Aliyazicioglu Y, Deger O, 2019. Dimethyl sulfoxide extract of *Dianthus carmelitarum* induces S phase arrest and apoptosis in human colon cancer cells. *Nutr Cancer*, 71(7): 1181-1188.
- Turkmen S, Cekic Gonenc O, Karaca Y, Mentese A, Demir S, Beyhun E, Sahin A, Gunduz A, Yulug E, Turedi S, 2016. The effect of ethyl pyruvate and N-acetylcysteine on ischemia-reperfusion injury in an experimental model of ischemic stroke. *Am J Emerg Med*, 34(9): 1804-1807.
- Vukic MD, Vukovic NL, Obradovic AD, Popovic SL,

- Zaric MM, Djurdjevic PM, Markovic SD, Baskic DD, 2018. Naphthoquinone rich *Onosma visianii* Clem (Boraginaceae) root extracts induce apoptosis and cell cycle arrest in HCT-116 and MDA-MB-231 cancer cell lines. *Nat Prod Res*, 32(22): 2712-2716.
- Wang F, Yao X, Zhang Y, Tang J, 2019. Synthesis, biological function and evaluation of shikonin in cancer therapy. *Fitoterapia*, 134: 329-339.
- Wellington KW, 2015. Understanding cancer and the anticancer activities of naphthoquinones-a review. *RSC Adv*, 5: 20309-20338.
- Yalcin CO, Aliyazicioglu Y, Demir S, Turan I, Bahat Z, Misir S, Deger O, 2016. Evaluation of the radioprotective effect of Turkish propolis on foreskin fibroblast cells. *J Cancer Res Ther*, 12(2): 990-994.
- Zhou Y, Zheng J, Li Y, Xu DP, Li S, Chen YM, Li HB, 2016. Natural polyphenols for prevention and treatment of cancer. *Nutrients*, 8(8): 515.



## Büyük Menderes Nehri'nde (Aydın) Yaşayan İki Tatlı Su Balığı Türünün Kas Dokularındaki Total Yağ Asidi Kompozisyonunun Araştırılması

İrem BAYAR<sup>1\*</sup>, Aslıhan İNCİ<sup>2</sup>, Serap ÜNÜBOL AYPAK<sup>3</sup>, Ayşegül BİLDİK<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı KONYA/TÜRKİYE, <sup>2,3,4</sup>Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı AYDIN/TÜRKİYE

<sup>1</sup>https://orcid.org/0000-0002-9363-5085, <sup>2</sup>https://orcid.org/0000-0002-7577-0478, <sup>3</sup>https://orcid.org/0000-0002-2194-8963

<sup>4</sup>https://orcid.org/0000-0003-4570-2156.

✉: irem.bayar@selcuk.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada Büyük Menderes Nehri'nde (Aydın) yakalanan *Scardinius erythrophthalmus* (kızılkanat) ve *Anguilla anguilla* (yılan balığı) tatlı su balığı türlerinin kas dokusundaki yağ asidi bileşimlerinin karakterize edilmesi ve  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 yağ asidi oranlarının belirlenmesi amaçlandı. Balıkların kas doku örneklerinden elde edilen yağ asidi metil esterleri gaz kromatografisi (GC) ile analiz edildi. En bol bulunan doymuş yağ asitleri *S. erythrophthalmus* türünde stearik asit C18:0 (%24.554±0.249); *A. anguilla* türünde ise palmitik asit C16:0 (%19.49±0.643) olarak tespit edildi. Her iki balık türündeki tekli doymamış yağ asitleri için ise en büyük yüzdeye sahip olanlar oleik asit C18:1  $\omega$ 9 (*S. erythrophthalmus* türünde %18.03±0.520; *A. anguilla* türünde %33.44±0.336) ve palmitoleik asit C16:1  $\omega$ 7 (*S. erythrophthalmus* türünde %9.916±0.484; *A. anguilla* türünde %10.96±0.753) olarak belirlendi. Eikosapentaenoik asit (EPA) C20:5  $\omega$ 3 ve dokosaheksaenoik asit (DHA) C22:6  $\omega$ 3 değerleri *S. erythrophthalmus* ve *A. anguilla* türleri için analiz edildi ve sırasıyla %5.68±0.406; %3.72±0.242 ve %3.87±0.505; %9.24±0.583 oranlarında tayin edildi ( $p<0.05$ ).  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 çoklu doymamış yağ asitleri oranı *S. erythrophthalmus* türünde 1.48; *A. anguilla* türünde ise 2.29 olarak belirlendi ( $p<0.05$ ). Bu çalışmada insan beslenmesinde önemli rol oynayan  $\omega$ -3 PUFA ailesinden EPA ve DHA'nın toplam miktarı yönünden *A. anguilla* 'nın daha zengin olduğu tespit edildi.  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 oranlarının 1'den yüksek olduğu bulgusu her iki tatlı su balığının  $\omega$ -3 yağ asitlerinin iyi bir kaynağı olduğunu gösterdi. Büyük Menderes Nehri'nde yaşayan bu balık türlerinin bölge halkının beslenmesine uygun olduğu ve daha verimli tüketilmesi adına çalışmaların artırılması gerektiği sonucuna varıldı.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 20.04.2020

Kabul Tarihi : 27.07.2020

### Anahtar Kelimeler

*Anguilla Anguilla*  
Büyük Menderes Nehri  
*Scardinius erythrophthalmus*  
Yağ asidi kompozisyonu  
 $\omega$ 3/ $\omega$ 6 oranı

## Investigation of Total Fatty Acid Compositions in The Muscle Tissues of The Two Freshwater Fish Species Living in The Big Menderes River (Aydın)

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to characterize the fatty acid compositions in the muscle tissue of *Scardinius erythrophthalmus* (rudd) and *Anguilla anguilla* (eel) freshwater fish species which were caught in Büyük Menderes River (Aydın) and to determine the  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 fatty acid ratios. Fatty acid methyl esters obtained from muscle tissue samples of fish were analyzed by gas chromatography (GC). The most abundantly found saturated fatty acid types were determined as stearic acid C18:0; (24.554%±0.249) in the *S. erythrophthalmus* and palmitic acid C16:0 (19.49%±0.643) in the *A. anguilla* species. As for monounsaturated fatty acids in both fish species, those with the highest percentages were determined as oleic acid C18:1  $\omega$ 9 (18.03%±0.520 in *S. erythrophthalmus*; 33.44%±0.336 in *A. anguilla*) and palmitoleic acid C16:1  $\omega$ 7 (9.916%±0.484 in *S. erythrophthalmus*; *A. anguilla* 10.96%±0.753). Eicosapentaenoic acid (EPA) C20:5  $\omega$ 3 and docosaheksaenoic acid (DHA) C22:6  $\omega$ 3 values were analyzed for *S.*

### Research Article

### Article History

Received : 20.04.2020

Accepted : 27.07.2020

### Keywords

*Anguilla Anguilla*  
The Big Menderes River  
*Scardinius erythrophthalmus*  
Fatty acid composition  
 $\omega$ 3/ $\omega$ 6 ratio

*erythrophthalmus* and *A. anguilla* species and it was determined at the rates of 5.68%±0.406, 3.72%±0.242, 3.87%±0.505 and 9.24%±0.583, respectively (p<0.05). The ratio of ω3/ω6 polyunsaturated fatty acids in muscle tissue was 1.48 for the *S. erythrophthalmus* and 2.29 for *A. Anguilla* (p<0.05). In this study, *A. anguilla* was determined to be richer in terms of total amount of EPA and DHA from ω-3 PUFA family which play an important role in human nutrition. The finding that ω3/ω6 ratios were greater than 1 showed that both freshwater fish were good sources of ω3 fatty acids. It is concluded that these fish species living in The Büyük Menderes River are suitable for nutrition of the people of the region and studies should be increased in order to consume more efficiently.

**Atıf İçin:** Bayar İ, İnci A, Ünübol Aypak S, Bildik A 2021. Büyük Menderes Nehri'nde (Aydın) Yaşayan İki Tatlı Su Balığı Türünün Kas Dokularındaki Total Yağ Asidi Kompozisyonunun Araştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 260-266. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.723089>

**To Cite:** Bayar İ, İnci A, Ünübol Aypak S, Bildik A 2021. Investigation of Total Fatty Acid Compositions in The Muscle Tissues of The Two Freshwater Fish Species Living in The Big Menderes River (Aydın). KSU J. Agric Nat 24 (2): 260-266. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.723089>

## GİRİŞ

Balık, insan diyetinin önemli bir unsurudur. Son derece zengin besin değerine sahip olan balıkların özellikle içerdikleri yağ asitleri önemli bir araştırma konusudur. Bir enerji kaynağı olan yağ asitleri; hücre büyümesi, farklılaşması ve metabolizma için önem arz eder, hücrel membran yapısı ve fonksiyonlarını etkiler (Kamler ve ark., 2008). Balık yağları kompozisyonunu oluşturan iki temel yağ asidi türü doymuş (SFA) ve doymamış yağ asitleridir. Doymamış yağ asitleri tekli doymamış (MUFA) ve çoklu doymamış (PUFA) yağ asitleri olarak iki gruba ayrılırlar. Özellikle Omega-3 (ω3) (C18:3 linolenik asit) ve Omega-6 (ω6) (C18:2 linoleik asit) çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar), insan sağlığı üzerindeki yararlı etkileri nedeniyle önem arz etmektedir (Özparlak, 2013). ω3 PUFA ailesinden DHA (22:6 ω3) ve EPA (20:5 ω3), diğer yağ asitleri ile karşılaştırıldığında farklı biyolojik etkilere sahiptirler (James ve Cleland, 1966; Dunbar ve ark., 2014). Uzun zincirli ω3 PUFA'lar insanlar tarafından sentezlenemez ve mutlaka dışarıdan diyetle alınmalıdırlar (Ackman, 2002; Cengiz ve ark., 2010). DHA, EPA ve araşidonik asit (AA) hücre membranlarının temel yapısal bileşenleridir (Innis, 1991). EPA kolesterol esterlerinde, trigliseridlerde ve fosfolipidlerde; DHA ise çoğunlukla fosfolipidlerde yer alır. DHA; miyokard, retina ve beyinde daha yüksek konsantrasyonlarda bulunur ve bu dokuların düzgün işleyişi ve büyümesi için gereklidir (Simopoulos, 1991; Jump, 2002; Lee ve Lip, 2003). Doymuş yağ asitleri ve kolesterol bakımından zengin yağ asitleri tüketimi ateroskleroza artırırken, MUFA ve PUFA'lardan zengin lipidlerin tüketimi ateroskleroza ve trombojenitezisi dolayısıyla kardiyovasküler hastalıkların riskini azaltırlar (Varljen ve ark., 2003). EPA ve DHA'nın kardiyovasküler hastalıklarda ve kan lipid seviyelerinin kontrolünde, diabetes mellitus, depresyon, oto immün bozukluklar, romatoid artrit ve

diğer inflamatuvar bozukluklarda faydalı etkileri olduğu kanıtlanmıştır (Darlington, 1988; Kinsella ve ark., 1990; McManus ve ark., 1996; Edwards ve ark., 1998). Bunun yanında ω3 ve ω6 yağ asitleri dengesi normal gelişim adına oldukça önemlidir ve ikisi arasındaki oran oldukça yararlı bir sağlık belirleyicisi endeksi olarak kabul edilmektedir (Simopoulos, 2002). Sağlıklı bir beslenme diyeti için ω3/ω6 oranı 1:1-1:5 olarak bildirilmiştir (Osman ve ark., 2001).

Balık türlerindeki yağ asidi çeşitliliği farklılığı balığın bulunduğu coğrafi koşul, mevsim, suyun sıcaklığı ve kirlilik, üretim siklusu, besin yapısı ve ortamı gibi parametrelere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Henderson ve Tocher, 1987). Deniz ve tatlı su balıklarının yağ asitlerindeki farklılıklar, türlerin yaşam alanına bağlı olmanın yanında özellikle bir türün otçul, omnivor veya etçil olup olmadığını gösteren doğal diyetlerine dayanarak da değişim gösterir. (Sargent ve ark., 1995). Tatlı su balıkları, deniz balıkları ile karşılaştırıldığında yüksek miktarda C16 ve C18 yağ asitleri ve düşük miktarda C20 ve C22 yağ asitlerine sahiptir ve bu farklılıklar temel olarak diyet yağ kaynaklıdır (Ackman, 1967; Özparlak, 2013). Balıklar farklı beslenme rejimi ve/veya balığın yaşam ortamlarına fizyolojik adaptasyonu için PUFA'lara özel olarak ihtiyaç duyar (Bağcı ve Can, 2015). Her iki balık türü de PUFA içerikleri bakımından zengin kaynaklar olmakla beraber tatlı su balıkları deniz balıklarından daha az miktarda ω3 PUFA, daha yüksek oranda ise ω6 PUFA içerirler (Vlieg ve Body, 1988; Łuczynska ve ark., 2014). Tatlı su balıklarının total lipidlerinde ω3/ω6 PUFA değeri çoğunlukla 0.5 ve 3.8 arasında iken deniz balıklarında bu değer 4.7 ile 14.4 aralığında değişmektedir (Henderson ve Tocher, 1987).

Aydın Büyük Menderes Nehri'nin Sazlıköy ile Bafa Gölü arasındaki bölgesinden yakalanan *S.erythrophthalmus* ve *A.anguilla* tatlı su balığı

türlerinin yağ asidi kompozisyonlarının belirlendiği ve karşılaştırıldığı bir çalışma henüz rapor edilmemiştir. Yapılan çalışmanın amacı bu türlerin kas dokusundaki yağ asidi bileşimleri açısından karakterize edilmesi,  $\omega 3/\omega 6$  yağ asidi oranlarının belirlenmesi ve karşılaştırılmasıdır.

## MATERYAL ve METOD

### Materyaller

Çalışma, 15'er adet *S. erythrophthalmus* ve *A. anguilla* türü olmak üzere 30 numune ile gerçekleştirildi. Aydın

Büyük Menderes Nehri'nden Şubat-Mart ayları içinde avlanan bu 30 balığın ağırlık ve uzunlukları belirlendi (Çizelge 1). Balığın kas dokusu, hem insanlar tarafından balıkların çok tüketilen bir kısmı olması hem de balığın çeşitli diğer organlarına göre lipitleri daha yüksek düzeyde depolama özelliğine sahip olması nedeniyle (Kandemir ve Polat, 2007) yağ asidi analizi için uygun görüldü ve her bir numunenin dorsal kısımlarından yaklaşık 5 gram yenilebilir kas dokusu ayrıldı. Ayrılan dokular plastik bir tüpe konularak analiz edilinceye kadar -20°C'de saklandı.

Çizelge 1. Çalışmada incelenen iki balık türünün ortalama ağırlık(g) $\pm$ SD ve ortalama uzunluk(cm) $\pm$ SD değerleri  
Table 1. Average weight (g)  $\pm$  SD and average length (cm)  $\pm$  SD values of the two fish species examined in the study

Tür Species	Spesifik isim Specific name	Örnek sayısı Number of samples	Ortalama ağırlık (g) $\pm$ SD Mean total weight (g) mean $\pm$ SD	Ortalama standart uzunluk (cm) $\pm$ SD Mean standard length (cm) mean $\pm$ SD
Yılan Balığı (Eel)	<i>Anguilla anguilla</i>	15	470 $\pm$ 194	58 $\pm$ 6
Kızılkanat (Rudd)	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	15	948 $\pm$ 116	36 $\pm$ 2

### Metod

#### Yağ asidi analizi

Her bir balık örneğinin toplam lipidi, Folch ve ark., (1957) metoduna göre kloroform / metanol (2:1 v/v) ile ekstrakte edildi Yağ asidi metil esterlerinin analizi için, vidalı kapaklı tüpler içine 1 mg lipid tartıldı, 10 ml hekzan ilave edildi, çözüldü, ardından 0.5 ml 2N metanolik KOH çözeltisi eklendi. Vorteksleme işleminden sonra kas numunelerinin üst fazları berraklaşana kadar yaklaşık 1-2 saat beklendi. Metil esterlerini içeren üst faz 0.45  $\mu$ l'lik kromatografik filtreden geçirilip viallere alındı ve analiz için metillendirilmiş yağ asidi numunelerinden 1 $\mu$ l gaz kromatografi (GC) cihazına enjekte edildi.

Yağ asidi metil esterlerinin analizi, alev iyonlaşma detektörlü Agilent 6890 seri gaz kromatografisi (GC) ile yapıldı. Ayırma işlemi 60 m uzunluğunda 0.25 mm iç çapında kapiller kolon ile sağlandı. Metil esterlerinin kolon içinde taşınması için taşıyıcı gaz olarak azot (1.2 ml dk<sup>-1</sup>) gazı seçildi. Detektör ve injeksiyon sıcaklığı 200°C'ye ayarlandı. Kolon sıcaklığı ilk 15 dakika boyunca 165°C idi ve daha sonra sıcaklık 5°C dk<sup>-1</sup> 'da 200°C'ye yükseltildi. Bu sıcaklık koşulunda 50 dakika boyunca analiz sürdürüldü. Kromatogramlardaki piklerin hangi yağ asidine ait olduğu "Supelco™ FAME Mix 37" standartlarının bağıl alıkonma zamanları (relative retention time) ile karşılaştırılarak belirlendi. Sonuçlar yüzde alan (%) şeklinde üç gaz kromatografik analiz sonucunun aritmetik ortalaması  $\pm$  Standart sapma olarak tablo halinde verildi. Elde edilen verilerin SPSS programı kullanılarak p<0.05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel değerlendirilmeleri (One-Way ANOVA) yapıldı (Çizelge 2).

### BULGULAR ve TARTIŞMA

*S. erythrophthalmus* ve *A. anguilla* kaslarından elde edilen yağ asitleri profili Çizelge 2'de gösterilmektedir. Her iki balık türünde de kas dokusu yağ asitleri yüzdesinin en büyük kısmını SFA (*S. erythrophthalmus* için %49.11 ve *A. anguilla* için %30.27) ve MUFA'ların (*S. erythrophthalmus* için %30.33 ve *A. anguilla* için %47.28) oluşturduğu gözlenmiştir. *S. erythrophthalmus* türünde toplam SFA miktarı *A. anguilla* türündekinden daha yüksektir (p<0.05). Doymuş yağ asitlerinin (SFA) büyük bir bölümü palmitik asit ve stearik asitten oluşmaktadır. En baskın SFA'lar *S. erythrophthalmus*'da C18:0 stearik asit (%24.55), *A. anguilla* 'da ise C16:0 palmitik asit (%19.49) olarak kaydedilmiştir. Bu yağ asitlerini *S. erythrophthalmus* türünde araşidik asit ve *A. anguilla* türünde miristik asit takip etmektedir. Miristik asitin *A. anguilla*'da % 4.11 ve *S. erythrophthalmus*' da ise %3.27 oranları ile birbirlerine yakın değerlerde oldukları görülmüştür. İki tatlı su balığı türünde de palmitik asit miktarları benzer iken stearik asit miktarları birbirinden farklı tespit edilmiştir (p<0.05). *S. erythrophthalmus*'da palmitik asit ve stearik asidi %4.25 oranı ile doymuş yağ asitlerinden olan araşidik asit izlemektedir.

Balık yağ asitlerinin %20-30 oranında doymuş yağ asitlerinden, %70-80 oranında da doymamış yağ asitlerinden oluştuğu bilinmektedir (Çaklı, 2007). Benzer sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarda diğer tatlı su balıkları için de elde edilmiştir. Cital ve ark., (2014), Işıklı Baraj Gölü'nden elde edilen *Cyprinus carpio*, *Tincatinca*, *Scardinius erythrophthalmus* ve *Carassius carassius* balık türlerinde sırasıyla %30.55, %35.34, %33.52 ve %26.41 oranlarında SFA belirlemiş ve en baskın SFA'nın palmitik asit olduğunu rapor



Çizelge 2. Büyük Menderes Nehri'nden yakalanan *S. erythrophthalmus* ve *A. anguilla* tatlı su balığı türlerinin yağ asidi profilleri

Table 2. Fatty acid profiles of *S. Erythrophthalmus* and *A.anguilla* freshwater fish species caught from the Büyük Menderes River

Yağ Asitleri (Fatty acids)	Yılan Balığı ( Eel) ( <i>A.anguilla</i> )	Kızılkanat (Rudd) ( <i>S.erythrophthalmus</i> )
C14:0 miristik asit	4.11±0.45 <sup>a</sup>	3.27±0.66 <sup>b</sup>
C16:0 palmitik asit	19.49±0.64 <sup>a</sup>	15.85±0.47 <sup>b</sup>
C17:0 margarik asit	0.60±0.10 <sup>a</sup>	0.64±0.04 <sup>a</sup>
C18:0 stearik asit	5.29±0.56 <sup>a</sup>	24.55±0.24 <sup>b</sup>
C20:0 araşidik asit	0.30±0.12 <sup>a</sup>	4.25±0.46 <sup>b</sup>
C22:0 behenik asit	0.05±0.02 <sup>a</sup>	0.30±0.10 <sup>b</sup>
C24:0 lignoserik asit	0.41±0.06 <sup>a</sup>	0.23±0.14 <sup>b</sup>
<b>Toplam Doymuş Yağ Asidi (ΣSFA)</b> <i>Total Saturated Fatty Acids (ΣSFA)</i>	<b>30.27±0.26<sup>a</sup></b>	<b>49.11±0.25<sup>b</sup></b>
C14:1 ω5 miristoleik asit	0.16±0.05 <sup>a</sup>	0.52±0.11 <sup>b</sup>
C15:1 ω5 pentadekanoik asit	0.46±0.05 <sup>a</sup>	0.46±0.05 <sup>a</sup>
C16:1 ω7 palmitoleik asit	10.96±0.75 <sup>a</sup>	9.91±0.48 <sup>b</sup>
C17:1 ω8 heptadesenoik asit	0.93±0.14 <sup>a</sup>	0.44±0.06 <sup>b</sup>
C18:1 ω9 oleik asit	33.44±0.33 <sup>a</sup>	18.03±0.52 <sup>b</sup>
C20:1 ω9 eikosenoik asit	1.03±0.22 <sup>a</sup>	0.94±0.21 <sup>a</sup>
C22:1 ω9 erusik asit	0.28±0.15	ND
<b>Toplam Tekli Doymamış Yağ Asidi(ΣMUFA)</b> <i>Total Monounsaturated Fatty Acids (ΣMUFA)</i>	<b>47.28±0.25<sup>a</sup></b>	<b>30.33±0.20<sup>b</sup></b>
C20:3 ω3 eikosatrienoik asit	0.36±0.24 <sup>a</sup>	1.61±0.06 <sup>b</sup>
C20:5 ω3 eikosapentaenoik asit (EPA)	3.87±0.50 <sup>a</sup>	5.68±0.40 <sup>b</sup>
C22:5 ω3 dokosapentaenoik asit (DPA)	1.95±0.50 <sup>a</sup>	1.20±0.19 <sup>b</sup>
C22:6 ω3 dokosaheksaenoik asit (DHA)	9.24±0.58 <sup>a</sup>	3.72±0.24 <sup>b</sup>
<b>Σ ω3</b>	<b>15.42±0.22<sup>a</sup></b>	<b>12.22±0.09<sup>b</sup></b>
C18:2 ω6 linoleik asit	2.48±0.91 <sup>a</sup>	4.58±0.22 <sup>b</sup>
C18:3 ω6 linolenik asit	1.47±0.58 <sup>a</sup>	3.25±0.49 <sup>b</sup>
C20:2 ω6 eikosadienoik asit	0.35±0.04	ND
C20:3 ω6 eikosatrienoik asit	1.47±0.24	ND
C20:4 ω6 araşidonik asit	0.95±0.44 <sup>a</sup>	0.42±0.17 <sup>b</sup>
<b>Σ ω6</b>	<b>6.73±0.32<sup>a</sup></b>	<b>8.25±0.17<sup>b</sup></b>
<b>Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asidi (ΣPUFA)</b> <i>Total Polyunsaturated Fatty Acids (ΣPUFA)</i>	<b>22.15±0.27<sup>a</sup></b>	<b>20.47±0.11<sup>b</sup></b>
<b>ω3/ω6</b>	<b>2.29<sup>a</sup></b>	<b>1.48<sup>b</sup></b>
<b>Σ Yağ Asidi (Σ Fatty Acid)</b>	<b>99.71<sup>a</sup></b>	<b>99.92<sup>a</sup></b>
<b>Tanımlanamayan (Unidentified)</b>	<b>0.29<sup>a</sup></b>	<b>0.08<sup>a</sup></b>

\*ND=Algılanamayan (ND=Undetectable)

\*Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak önemliliği belirtmektedir (p<0.05).

etmişlerdir. Onu izleyen ikinci önemli SFA ise stearik asit olmuştur. *S. erythrophthalmus* türündeki kas lipitlerinin yağ asidi bileşimleri ve bunun mevsimsel değişimlerinin incelendiği başka bir çalışmada, SFA içeriklerinin mevsimlere göre %26.79 ile %41.54 aralığında değişim gösterdiği ve en temel SFA'nın palmitik asit olduğu (%18.89-30.41) gözlenmiştir (Kalyoncu ve Abuoğlu, 2017). Serban Baraj Gölü'nde yaşayan *Sgualius cephalus*'da palmitik asit oranı %19.3 ve stearik asit oranı ise %5.7 olarak belirlenmiştir (Bulut ve Mert, 2014) ve bu sonucun bu çalışmada *A. anguilla* türünden elde edilen SFA profili ile çok benzer olduğu görülmektedir. Türkiye dışında Ghazali ve ark., (2013), Tanus Lagünü'nde yakaladıkları *A. anguilla* kas örneğinde gıda kısıtlaması altında yapılan bir yağ asidi analizi

çalışmasında, toplam doymuş yağ asidi fraksiyonu kas yağ asitlerinin %29'una ulaşmıştır ve esas olarak palmitik asit, stearik asit ve miristik asitten oluştuğu belirlenmiştir. Kemer Baraj Gölü'ndeki (Aydın), yılan (*A. anguilla*) ve yayın (*Silurus glanis*) balıklarının mevsimlere göre yağ asidi bileşimleri incelenmiş ve SFA yüzdesini oluşturan en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri yine palmitik, stearik ve miristik asit olarak kaydedilmiştir (Algan, 2009).Yüksek oranda oleik asit ve palmitoleik asidin tatlı su balıkları için karakteristik olduğu bilinmektedir (Ackman, 1967; Bulut ve Mert, 2014). Algan (2009), Kemer Baraj Gölü'nde yılan ve yayın balığı üzerine yaptığı çalışmada tüm mevsimler için her iki balık türünde de en baskın MUFA'ların oleik asit ve palmitoleik asit olduğunu göstermiştir. Cital ve ark., (2014) da, Işıklı

Baraj Gölü'nden elde ettikleri *S. erythrophthalmus* türünde oleik asidin (%16.07) majör MUFA olduğunu tespit etmişlerdir. Mevsimsel farklılıklara bağlı incelenen çalışmada ise *S. erythrophthalmus* türünde oleik asit, mevsim ayırt etmeksizin en baskın MUFA olarak kaydedilmiştir. Bunu palmitoleik asit (%4.8-6.11) izlemektedir (Kalyoncu ve Abuoğlu, 2017). Türkiye'deki çeşitli göl, nehir ve barajlardan farklı tatlı su balıkları ile yapılan birçok çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Özoğul ve ark., 2007; Cengiz ve ark., 2010; Çakmak ve ark., 2012; Mısır ve ark., 2013; Özparlak, 2013; Bulut ve Mert, 2014; Özyılmaz ve Palalı, 2014).

Yapılan bu çalışmada MUFA değerleri *S. erythrophthalmus*'da %30.33 ve *A. anguilla*'da %47.28 olarak belirlenmiştir. Her iki balık türünde de baskın MUFA'nın literatürlerle örtüşen şekilde oleik asit olduğu (*A. anguilla* türünde %33.44, *S.erythrophthalmus* türünde %18.03) ve bunu palmitoleik asidin (*A. anguilla* türünde %10.96, *S. erythrophthalmus* türünde %9.91) izlediği görülmektedir. Her iki balık türünde de palmitoleik asit ve pentadekanoinik asit oranlarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. *A. anguilla*'da erusik asit %0.28 olarak bulunmuş olup, *S. erythrophthalmus* türünde erusik asit tespit edilememiştir. Erusik asit (C 22:1) deniz balıklarının yağ asidi bileşiminde bulunurken tatlı su balıklarının bileşiminde nadiren görülen bir yağ asidi türüdür (Ackman, 1999).

Balıklar özellikle  $\omega 3$  serisi yağ asitleri bakımından zengin önemli bir PUFA kaynağıdır.  $\omega 3$  ve  $\omega 6$  serisi uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinden bazıları esansiyel olarak kabul edilmektedir (Guil-Guerrero ve ark., 2011). Uzun zincirli  $\omega 3$  serisi çoklu doymamış yağ asitlerinden özellikle eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n-3)'in insan sağlığı için oldukça önemli olduğu bilinmektedir (Harlioğlu, 2011). Çalışmada toplam PUFA değerleri *S. erythrophthalmus*'da %20,47, *A.anguilla*' da ise %22.15 olarak kaydedilmiş ve değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). *A. anguilla*' da DHA (%9.24), *S. erythrophthalmus*'da ise EPA (%5.68) en yüksek PUFA türleri olarak belirlenmiştir. İki balık türünde birbirine benzer DPA yüzdeleri (*A. anguilla*' da %1.95 ve *S. erythrophthalmus*'da %1.20) elde edilmiştir. C20:3  $\omega 3$ , C20:5  $\omega 3$  EPA, C22:5  $\omega 3$  DPA ve C22:6  $\omega 3$  DHA'nın içinde bulunduğu toplam  $\omega 3$  değeri *S. erythrophthalmus*' da %12.22 ve *A. anguilla*'da %15.42 olarak kaydedilmiştir ( $p<0.05$ ). Toplam  $\omega 6$  değeri ise *S. erythrophthalmus*'da %8.25 ve *A. anguilla*'da %6.73 olarak tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Bazı  $\omega 6$  yağ asitlerine kızkıkanat türünde rastlanmamıştır. Literatürlerden farklı olarak bu çalışmada her iki balık için de elde edilen PUFA değerleri, SFA ve MUFA değerlerinden oldukça düşüktür.

Balıkların beslenmedeki rolünde önemli bir

göstergenin PUFA'lardaki  $\omega 3/\omega 6$  oranı olduğu bildirilmiştir (Bulut ve Mert, 2014). Bu değer yüksek olması insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. Plazma lipidlerini azaltarak koroner kalp hastalığının önlenmesine yardımcı olmak için insan diyetindeki  $\omega 3/\omega 6$  yağ asidi oranında bir artışın önemli olduğu ileri sürülmektedir (Kinsella ve ark., 1990; Özparlak, 2013). Bu yağ miktarlarının insan diyetindeki miktarlarının dengeli olması vücudun eikasonoid kontrollü fonksiyonları için de temeldir (Cengiz ve ark., 2010).  $\omega 3/\omega 6$  oranının tatlı su balıklarında genellikle 1-4 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Bulut ve Mert, 2014). Tatlı su balıklarının en iyi  $\omega 3/\omega 6$  PUFA değerinin 1.79 olduğu bildirilmiştir (Altair ve ark., 2001). Yapılan çalışmalarda  $\omega 3$  ve  $\omega 6$  PUFA sonuçları hem ortam koşullarına hem de balık türlerine göre farklılıklar göstermektedir. Özparlak (2013), kış ve yaz mevsimlerinde yağ asidi kompozisyonlarını incelediği *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Leuciscus lepidus* ve *Sander lucioperca* balık türlerinde toplam  $\omega 3$ 'ün hem yaz hem de kış mevsimlerinde toplam  $\omega 6$  yağ asidinden daha yüksek bulunduğunu ve  $\omega 3/\omega 6$  değerlerinin 1.06 ile 3.19 arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Cengiz ve ark (2010), inceledikleri 9 farklı balık türünde 2 türün (*Alburnus mossulensis* ve *Liza abu*)  $\omega 3$  değerlerini  $\omega 6$  değerlerinden daha düşük tespit etmiştir. İnceledikleri diğer 7 balık türünde ise  $\omega 3/\omega 6$  değerleri 1.04-3.53 aralığında değişmektedir. Özoğul ve ark (2007), Adana Seyhan Baraj Gölü'nden çıkardıkları tatlı su balıkları olan *Cyprinus carpio*, *Siluris glanis*, *Tinca tinca*, *Rutilus frisi*, *Sander lucioperca* türlerinde  $\omega 3$  yüzdelerini  $\omega 6$  yüzdelerinden daha yüksek, *Clarias gariepinus* türünde ise aynı oranda ( $\omega 3/\omega 6$  değeri 1) tespit etmişlerdir.

Yapılan çalışmada iki balık türünde de toplam  $\omega 3$  değeri, toplam  $\omega 6$  değerine göre daha yüksek oranda tespit edilmiştir.  $\omega 3/\omega 6$  değerleri *A. anguilla*'da 2.29 ve *S. erythrophthalmus*'ta 1.48 olup, bu sonuçların tatlı su balıklarının karakteristiğini yansıttığı söylenebilir. Cıtil ve ark., (2014), *S. erythrophthalmus* türünün kas örneğindeki  $\omega 3/\omega 6$  PUFA değerini 2.15, Kalyoncu ve Abuoğlu (2017), *S. erythrophthalmus*'un mevsimsel farklılıklara göre kas lipidlerindeki  $\omega 3/\omega 6$  PUFA değerini 1.08-1.98 aralığında tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada kızkıkanat türünde elde edilen  $\omega 3/\omega 6$  değeri Cıtil ve ark., (2014)'nın bildirdiği değerden düşük, Kalyoncu ve Abuoğlu (2017)' nun bildirdiği değer aralığı ile ise uyumlu bulunmuştur. Algan (2009), incelemiş olduğu *A. anguilla* balığında sonbahardan yaza kadar toplam  $\omega 3$  değerlerini %5.5-%9.3, toplam  $\omega 6$  değerlerini ise %5-6 aralığında ve  $\omega 3/\omega 6$  değerini ise sırasıyla 0.92, 1.4, 1.5, 1.7 olarak rapor etmiştir. Bu çalışmada yılan balığının  $\omega 3/\omega 6$  değeri Algan (2009)'nın bildirdiği sonuç aralığından daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler yılan balığının kızkıkanata göre  $\omega 3$  yönünden daha iyi bir



kaynak olduğunu göstermiştir. Büyük Menderes Nehri'nde (Aydın) yakalanan *S. erythrophthalmus* ve *A. anguilla* türlerinin her ikisinin de SFA ve MUFA yönünden daha zengin olduğu görülmüştür. Bu türlerden elde edilen  $\omega 3/\omega 6$  değerlerinin 1'den yüksek olması sebebiyle ise insan sağlığı için önerilebilir besin kaynakları olabileceği kanısına varılmıştır.

## SONUÇ

Bu çalışmada Aydın Büyük Menderes Nehri'nde yaşayan *S. erythrophthalmus* ve *A. anguilla* türlerinin yağ asidi kompozisyonları karşılaştırılmıştır. Elde edilen DHA, EPA,  $\omega 3/\omega 6$  seviyeleri açısından bakıldığında özellikle yılan balığı insan diyeti için tavsiye edilen kriterlerde ve verimli bir besin kaynağı olarak belirlenmiştir ve her iki balık türünün de bölge halkı tarafından tüketimlerinin artırılması gerektiği düşünülmektedir. Ancak tüketicilerin daha bilinçli balık seçimi yapabilmesi ve balıkların yağ asidi bileşiminin ekolojik ve fizyolojik koşullardan ne ölçüde etkilendiğini bütünsel olarak görebilmek adına mevsimsel yağ asidi değişimine yönelik ek çalışmaların da yapılması önerilmektedir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

Ackman RG 1967. Characteristics of The Fatty Acid Composition and Biochemistry of Some Freshwater Fish Oils and Lipids in Comparison With Marine Oils and Lipids. *Comparative Biochemistry Physiology*, 22 (3): 907-922.

Ackman RG 1999. Comparison of Lipids in Marine and Freshwater Organisms. (In *Lipids in Freshwater Ecosystems*, New York: Springer-Verlag; Ed. Arts MT, Wainman BC) 263-298.

Ackman RG 2002. Freshwater Fish Lipids an Overlooked Source of Beneficial Long Chain n-3 Fatty Acids. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104 (5): 253-254.

Algan B 2009. Kemer Baraj Gölü'ndeki (AYDIN) Yılan (*Anguilla Anguilla* L.1758) ve Yayın Balığı (*Silurus Glanis* L.1758)'nın Toplam Yağ Asidi Bileşenlerinin Mevsimsel Değişimi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 74 sy.

Altair BM, Jesui VV, Nilson ES, Makoto M 2001. Fatty Acids Profile and Cholesterol Contents of Three Brazilian Brycon Freshwater Fishes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14 (6): 565-574.

Bağcı E, Can E 2015. Tath Su Balıklarında Yağ

Asitleri, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitaminler. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 3 (1): 2148-0273.

Bulut S, Mert R 2014. Determination of The Fatty Acid Composition in Muscle Tissue of *Squalius Cephalus* (L., 1758) Living Serban Dam Lake (Afyonkarahisar). *Erciyes University Journal of The Institute of Science and Technology*, 30(2):80-85.

Cakmak YS, Zengin G, Guler GO, Aktumsek A, Ozparlak H 2012. Fatty Acid Composition and  $\omega 3/\omega 6$  Ratios of Muscle Lipids of Six Fish Species in Sugla Lake, Turkey. *Archives of Biological Sciences*, 64(2):471-477.

Cengiz EI, Ünlü E, Başhan M 2010. Fatty Acid Composition of Total Lipids in Muscle Tissues of Nine Freshwater Fish from The River Tigris (Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 34: 433-438.

Citil OB, Kalyoncu L, Kahraman O 2014. Fatty Acid Composition of The Muscle Lipids of Five Fish Species in Işıkli and Karacaören Dam Lake, Turkey. *Veterinary Medicine International*, Artical ID 936091.

Çaklı Ş 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir, 696 sy.

Darlington LG 1988. Do Diets Rich in Polyunsaturated Fatty Acids Affect Disease Activity in Rheumatoid Arthritis? *Annals of The Rheumatic Diseases*, 47: 169-172.

Dunbar BS, Bosire RV, Deckelbaum RJ 2014. Omega 3 and Omega 6 Fatty Acids in Human and Animal Health: An African Perspective. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 398: 69-77.

Edwards R, Peet M, Shay J, Horrobin D 1998. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Levels in The Diet and in Red Blood Cell Membranes of Depressed Patients. *Journal of Affective Disorders*, 48: 149-155.

Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH 1957. A Simple Method for The Isolation and Purification of Total Lipids from Animal Tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509.

Ghazali N, Boussoufa D, Navarro JC, Cafsi ME 2013. Lipid and Fatty Acid Variations in Muscle Tissues of The 'Yellow' Stage of The European Eel (*Anguilla anguilla*) during Short-term Adaptation to Freshwater and Seawater under Food Deprivation. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 45 (6): 385-395.

Guil-Guerrero JL, Venegas-Venegas E, Rincon-Cervera MA 2011. Fatty Acid Profiles of Livers from Selected Marine Fish Species. *Journal of Food Composition Analysis*, 24: 217-222.

Harhoğlu AG 2011. Balık Artıklarının Balık Yemlerinde Kullanılan Yağların Elde Edilmesinde Kullanımı. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 7(2): 56-63.

Henderson RJ, Tocher DR 1987. The Lipid Composition and Biochemistry of Freshwater Fish.

- Progress in Lipid Research, 26: 281-347.
- Innis SM 1991. Essential Fatty Acids in Growth and Development. Progress in Lipid Research, 30: 39-103.
- James MJ, Cleland LG 1996. Dietary Polyunsaturated Fats and Inflammation. Proceedings of The Nutrition Society of Australia, 20: 71-77.
- Jump DB 2002. The Biochemistry of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids. Journal of Biological Chemistry, 277: 8755-8758.
- Kalyoncu L, Abuoğlu Z 2017. Seasonal Differences in The Muscle Fatty Acid Profiles of Two Freshwater Fish Species (*Scardinius erythrophthalmus*, *Squalius cephalus*). Biological Diversity and Conservation, 10(1): 104-109.
- Kamler E, Wolnicki J, Kamiński R, Sikorska J 2008. Fatty Acid Composition, Growth and Morphological Deformities in Juvenile cyprinid, *Scardinius erythrophthalmus* Fed Formulated Diet Supplemented with Natural Food. Aquaculture, 278: 69-76.
- Kandemir Ş, Polat N 2007. Seasonal Variation of Total Lipid and Total Fatty Acid in Muscle and Liver of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Reared in Derbent Dam Lake. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 7: 27-31.
- Kinsella JE, Lokesh B, Stone RA 1990. Dietary n-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Amelioration of Cardiovascular Disease: Possible Mechanisms. The American Journal of Clinical Nutrition, 52: 1-28.
- Lee KW, Lip GYH 2003. The Role of Omega-3 Fatty Acids in Secondary Prevention of Cardiovascular Disease. Quarterly Journal of Medicine, 96: 465-480.
- Łuczyńska J, Paszczyk B, Łuczyński MJ 2014. Fatty Acid Profiles in Marine and Freshwater Fish from Fish Markets in Northeastern Poland. Archives of Polish Fisheries, 22: 181-188.
- McManus RM, Jumpson J, Finegood DT, Clandinin MT, Ryan EA 1996. A Comparison of The Effects of n-3 Fatty Acids from Linseed Oil and Fish Oil in Well-controlled type II Diabetes. Diabetes Care, 19 (5): 463-467.
- Mısır GB, Kutlu S, Çibuk S 2013. Determination of Total Lipid and Fatty Acid Composition of Pearl Mullet (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13: 777-783.
- Osman H, Suriah AR, Law EC 2001. Fatty Acid Composition and Cholesterol Content of Selected Marine Fish in Malaysian waters. Food Chemistry, 73 (1): 55-60.
- Ozogul Y, Ozogul F, Alagoz S 2007. Fatty Acid Profiles and Fat Contents of Commercially Important Seawater and Freshwater Fish Species of Turkey: A Comparative Study. Food Chemistry, 103 (1): 217-223.
- Özparlak H 2013. Effect of Seasons on Fatty Acid Composition and n-3/n-6 Ratios of Muscle Lipids of Some Fish Species in Apa Dam Lake, Turkey. Pakistan Journal of Zoology, 45 (4): 1027-1033.
- Özyılmaz A, Palalı B 2014. Atatürk Baraj Gölü'nde Avlanan Bazı Balıkların Et Verimleri, Yağ Seviyeleri ve Yağ Asitleri Bileşenleri, Yunus Araştırma Bülteni, 3: 29-36.
- Sargent JR, Bell JG, Bell MV, Henderson RJ, Tocher DR 1995. Requirements Criteria for Essential Fatty Acids. Journal of Applied Ichthyology, 11: 183-198.
- Simopoulos AP 1991. Omega-3 Fatty Acids in Health and Disease and in Growth and Development. American Journal Clinical Nutrition, 54: 463-483.
- Simopoulos AP 2002. The Importance of The Ratio of omega-6/omega-3 Essential Fatty Acids. Biomedicine&pharmacotherapy, 56: 365-379.
- Varljen J, Sulic S, Brmalj J, Baticic L, Obersnel V, Kapovic M 2003. Lipid Classes and Fatty Acid Composition of *Diplodus vulgaris* and Conger conger Originating from the Adriatic Sea. Food Technology and Biotechnology, 41 (2): 49-156.
- Vlieg P, Body DB 1988. Lipid Contents and Fatty Acid Composition of Some New Zealand Freshwater Finfish and Marine Finfish, Shellfish and Roes. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 22: 151-162.

## Investigation of Nutritional Content, Antioxidant Anticancer and Antimicrobial Activities of *Pleurotus eryngii* (DC. Ex Fr.) Quel, Extract Obtained by Different Solvents

Hilal ACAY<sup>1</sup>, Abdurrahman DÜNDAR<sup>2</sup>, Semra KAÇAR<sup>3</sup>, M. Firat BARAN<sup>4</sup>, Cumali KESKİN<sup>5</sup>

<sup>1,3</sup>Mardin Artuklu University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition and Dietetics, Mardin, Turkey; <sup>2</sup>Mardin Artuklu University, Vocational Higher School of Health Services, Department of Medical Services and Techniques, Mardin, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-7732-106X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-7930-1054>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-9869-9045>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-8133-6670>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-3758-0654>

✉: [cumalikeskin@artuklu.edu.tr](mailto:cumalikeskin@artuklu.edu.tr)

### ABSTRACT

The present study related the nutritional contents, fatty acid compositions, in vitro antioxidant, anticancer and antimicrobial activities of different solvents extracts of *Pleurotus eryngii*. The nutritional contents of the *P. eryngii* were investigated in detail. Crude protein (g 100 kg<sup>-1</sup>), carbohydrate (g 100 kg<sup>-1</sup>), lipid (g 100 kg<sup>-1</sup>), ash (g 100 kg<sup>-1</sup>), dietary fiber (g 100 kg<sup>-1</sup>) and energy value (cal 100 g<sup>-1</sup>) of fruiting bodies were analysed. Fatty acid compositions of total lipid, phospholipid and triacylglycerol fractions of *Pleurotus eryngii* were investigated by Gas chromatography. Totally 13 different fatty acids constituents were identified. Antioxidant properties including total antioxidant activity, free radical scavenging activity, reducing power activity, metal chelating activity, and superoxide anion radical scavenging activity were evaluated using different tests. The highest total antioxidant, DPPH scavenging, metal chelating, and superoxide anion radical scavenging activities were determined in ethyl acetate extracts. The potential of cytotoxic activity on PC-3 (prostate cancer) cell lines was found to depend on the concentration and the type of the tested extracts fractions. It was determined that hexane, ethyl acetate, and methanol extracts of *Pleurotus eryngii* have inhibition effect on the growth of tested microorganisms. The present results suggested that used as a daily nutrient, the *Pleurotus eryngii* could be a novel source for new drug developments and promising in some cancer treatment.

### Research Article

### Article History

Received : 27.05.2020

Accepted : 28.07.2020

### Keywords

Antioxidant Activity  
Chemical Composition  
Nutritional Value  
PC-3 Cell Lines  
*Pleurotus Eryngii*

## *Pleurotus eryngii* (DC. Ex Fr.) Quel'in Farklı Çözücülerle Elde Edilen Özütlelerinin Besinsel İçeriğinin, Antioksidan Antikanser ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması

### ÖZET

Bu çalışma *Pleurotus eryngii*'nin farklı çözücü ekstraktlarının besinsel içerikleri, yağ asidi bileşimleri, in vitro antioksidan, antikanser ve antimikrobiyal aktiviteleri ile ilgilidir. *P. eryngii*'nin besinsel içeriği ayrıntılı olarak araştırıldı. Meyve gövdesinin ham protein (g 100 kg<sup>-1</sup>), karbonhidrat (g 100 kg<sup>-1</sup>), lipit (g 100 kg<sup>-1</sup>), kül (g 100 kg<sup>-1</sup>), diyet lifi (g 100 kg<sup>-1</sup>) ve enerji değeri (100 g<sup>-1</sup>) analiz edildi. *Pleurotus eryngii*'nin toplam lipit, fosfolipid ve triasilgliserol fraksiyonlarının yağ asidi bileşimleri Gaz kromatografisi ile araştırıldı. Toplam 13 farklı yağ asidi bileşeni belirlendi. Toplam antioksidan aktivite, serbest radikal süpürme aktivitesi, indirgeme gücü aktivitesi, metal şelatlama aktivitesi ve süperoksit anyon radikali süpürme aktivitesini içeren antioksidan özellikler farklı testler kullanılarak değerlendirildi. En yüksek toplam antioksidan, DPPH radikali süpürme, metal şelatlama ve süperoksit anyon radikal süpürme aktiviteleri etil asetat özütünde belirlendi. PC-3 (prostat kanseri) hücre hattı üzerindeki sitotoksik aktivite potansiyelinin, test edilen özüt fraksiyonlarının konsantrasyonuna ve tipine bağlı olduğu bulundu. *Pleurotus eryngii*'nin heksan, etil asetat ve metanol ekstraktlarının, test edilen mikroorganizmaların büyümesini inhibe

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 27.05.2020

Kabul Tarihi : 28.07.2020

### Anahtar Kelimeler

*Pleurotus Eryngii*  
Antioksidan Aktivite  
Kimyasal Bileşim  
Besin Değeri  
PC-3 Hücre Hatları

edici etkiye sahip olduğu belirlendi. Mevcut sonuçlar, günlük besin olarak kullanılan *Pleurotus eryngii*'nin yeni ilaç gelişmeleri ve bazı kanser tedavilerinde umut vaat eden yeni bir kaynak olabileceğini düşündürmektedir.

**To Cite :** Acay H, Dündar A, Kaçar S, Baran MF, Keskin C 2021. Investigation of Nutritional Content, Antioxidant Anticancer and Antimicrobial Activities of *Pleurotus eryngii* (DC. Ex Fr.) Quel, Extract Obtained by Different Solvents. KSU J. Agric Nat 24 (2): 267-277. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.742646>

## INTRODUCTION

People have consumed wild mushrooms since ancient times as part of their nutrients due to their unique taste, nutritional value, and rich mineral contents. Wild edible mushrooms have been identified as a source of many chemical and nutritional components. They are quite rich in terms of some minerals, water, protein, fibre, carbohydrates and vitamins such as Ca, Mg, K, selenium, choline, thiamine, riboflavin, ascorbic acid and ergocalciferol. On the other hand fatty acids, mono-, di- and triglycerides, sterols, and phospholipids contents are very low. Therefore, they are attractant and considered as low-calorie foods by the people for daily dietary consumption (Heleno et al. 2009; Kalac 2009; Kalac 2012). Various medicinal and nutritional properties of fungi have been notified in much research. They are including many bioactive compounds, such as phenolics. These compounds have antioxidant, antitumor, anti-inflammatory, antibacterial and antifungal activities (Dundar et al. 2013; Ferreira et al. 2010; Ren et al. 2016; Taofiq et al. 2015; Alves et al. 2013). *Pleurotus eryngii* is known as king oyster mushroom, compared to other species of *Pleurotus*, it has a unique flavour, different aromatic structure, high nutrient content, important medicinal properties, economic importance, longer shelf life, fleshy structure and other characteristics related to cookery (Rodriguez and Royse, 2007; Moonmoon et al. 2010). Recently it has become an extremely preferred species among North African, Asian and European consumers (Jeong et al. 2010). Nutritional contents of *Pleurotus* species such as chemical composition, macro and micronutrients, amino acids, proteins have been investigated (Ahmed et al. 2013; Oyetayo and Ariyo 2013; Musieba et al. 2013). But, the nutrient contents of the *Pleurotus* species may vary according to the physical and chemical differences in the habitat, substrate composition, pileus size and harvest seasons (Khan and Tania 2012). Genus *Pleurotus* contains a lot of substances that are biologically active including polysaccharides, proteoglycans, lectins,  $\beta$ - and  $\alpha$ -glucans lipids, peptide, sterols, dietary fibre and low-molecular-weight compounds such as terpenoids, fatty acid esters and polyphenols (Liu et al. 2010; Iwona et al. 2018). Hwang et al. (2003) reported that the water extract of *Pleurotus eryngii* showed inhibitory activity on the human colon cell lines (HT-29) and the human colorectal adenocarcinoma (Caco-2) cell lines. Dündar et al. (2013) reported that cultured *P. eryngii* mycelium

ethanol extract showed 60.68% antioxidant activity in the  $\beta$ -carotene–linoleic acid test system at a concentration of 10 mg/ml. *P. ostreatus*, a selenium accumulator, has been reported to show antitumor activity by inhibiting DNA cytosine methyltransferase (Ferreira et al. 2010). Llauro et al. (2012) reported that the *Pleurotus* sp. water, and methanol extract had an immunomodulatory effect (on murine spleen cells) in mice, and the stimulation index was 1.90 and 1.28 respectively in 72 hours. In a study, researchers reported that the water-soluble polysaccharide extract (6.4 mg/mL) of *P. eryngii* increases the activities of antioxidant enzymes and effectively removes the DPPH free radicals (90.46%) in the CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxicity (Chen et al. 2012). In another study, researchers reported that the HepG-2 cells which were treated with 100 mg/mL *P. eryngii* polysaccharide extract showed antiproliferative effect (20% of early apoptotic cells) at 6 h (Ren et al. 2016). Also  $\beta$ -glucans and  $\alpha$ -glucans have anticancer properties (Jedinak et al. 2010; Wu et al. 2011). Furthermore, *Pleurotus eryngii* has phenolic and flavonoid compounds with antioxidant properties such as p-coumaric acid, gentisic acid, chlorogenic acid, syringic acid, caffeic acid, quercetin, rutin, kaempferol, catechin, protocatechuic acid, ferulic acid, t-cinnamic acid, vanillic acid, gallic acid, luteolin, naringenin, benzoic acid, 4-hydroxybenzoic acid, 2,5-Dihydroxybenzoic acid (Li and Nagendra 2013, Gasecka et al. 2016). However, the cytotoxic activity of the *P. eryngii* extracts on PC-3 cell lines has not been reported yet. These studies are very important in terms of better evaluation of *P. eryngii* as an alternative nutrient source and in obtaining new comparative data for the investigation of new therapeutic alternatives. Herein, the antioxidant properties, fatty acid compositions, nutritional content, the antimicrobial and cytotoxic activity of different solvents extracts of *Pleurotus eryngii* were investigated in detail.

## MATERIALS and METHODS

### Material

*Pleurotus eryngii* samples were collected from the field study in the province of Hakkari/Türkiye between April to May 2016. Taxonomic identification of material was according to Phillips (1994), using ecological, macroscopic data.



### Tested Microorganisms

Commercially purchased *S. aureus* (ATCC 25923), *S. pyogenes* (ATCC 19615), *E. coli* (ATCC 25922), *B. subtilis* (ATCC 11774), *P. aeruginosa* (ATCC 27853) standard bacterial strains and *C. albicans* (ATCC 10231) yeast were used for antimicrobial activity essay.

### Standard antibiotic discs

Ofloxacin (OFX, 5 µg), Imipenem (IPM, 10 µg), Netilmisin (NET, 30 µg), Amoxicillin (20 µg)/Clavulanic acid (10 µg) (AMC, 30 µg), Netilmisin (NET, 30 µg) and Nystatin (N, 60 µg) (Thermo Scientific Oxoid) were purchased commercially.

### Determination of nutritional contents of *Pleurotus eryngii*

Energy value, crude protein (nitrogen), ash, lipids and carbohydrate amounts of mushroom samples (of dry material%) were investigated according to the methods specified in the literature (Kjeldahl 1883; AOAC, 1990; Dundar et al. 2009). Khejdahl system was used for nitrogen determination. Energy value was determined by using the calorimeter (IKA C 200). Cauterization at 600±15 degrees C was used for the determination of ash. The dietary fibre amount was determined according to AOAC 993.21 method (AOAC 1990). Amino acid concentrations in the fungus sample were determined by using the HPLC accoutered with a combined system with an Agilent 1260 Infinity HPLC-DAD (Das et al. 2014). Each experiment was repeated 3 times and the results were given with mean and standard deviations.

### Fatty Acid Compositions of Total Lipid, Phospholipid and Triacylglycerol Fractions of *Pleurotus eryngii*

The isolation and transmethylation of fatty acids were carried out as described by Kaçar et al. (2016). Shimadzu GC 2010 PLUS model Gas Chromatography device, flame ionization detector (FID) and DB-23 (Bonded 50% cyanopropyl) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA) capillary column (30m x 0.25mm inside diameter x 0.25 µm film thickness) were used for the analysis of fatty acids methyl esters. Firstly, 5 g of ground mushrooms were extracted into a mixture of chloroform-methanol (2: 1 v/v). Secondly, the total lipids in the sample were separated by thin-layer chromatography into phospholipids and triacylglycerol fractions. Total lipids; 80: 20: 1 ratio was carried out in a mixture of petroleum ether-diethyl ether-acetic acid. Air-drying plates were sprayed with 2,7-dichlorofluorescein to make lipid fractions visible under the UV lamp. The bands of phospholipids and triacylglycerol were determined using the standards (Sigma-Aldrich Chemicals of fatty acids). Finally, the per cent content of the fatty acids of the hexane-

extracted material was analyzed by gas chromatography, with the conversion of fatty acids to fatty acid methyl esters. Total amounts of fatty acids were obtained by the GC Solution (Version 2.4) computer program. SPSS 15 computer program was applied to compare the percentages of fatty acids of fungi. The t-test was used to compare the fatty acid percentages of the two groups. Duncan's multiple range tests were used to determine the difference between means (Duncan 1955).

### Preparation of macrofungi extracts for in vitro assays

The fruiting bodies of the *P. eryngii*, dried at room temperature, were made ready for analysis by milling. The 50 g powdered mushroom samples were taken in a flask and extracted with series of organic solvents (200 ml hexane, ethyl acetate, and methanol) with different polarities in the constant stirring rate at 250 rpm for 24 hours and then filtered. This procedure was repeating three times for each solvent. Finally, solvent of hexane, ethyl acetate, and methanol extracts has been evaporated in the rotary evaporator at 40 °C under vacuum. Crude extracts were re-dissolved in methanol/DMSO (8:2) for preparing stock solution (7 mg/ml) and stored at -20°C for later use. The polarity index of hexane, ethyl acetate, and methanol were reported as 0, 4.3, and 6.6 respectively (Keskin et al. 2018).

### In vitro antioxidant assays

The total antioxidant activity of mushroom extracts was determined by the β-carotene-linoleic acid method (Dapkevicius et al. 1998). DPPH radical scavenging activities of mushroom extracts were performed spectrophotometrically according to Cu et al. (2000). Superoxide anion radical scavenging activity was performed according to the riboflavin-methionine-light-NBT method (Zhishen et al. 1999). The metal chelating activity of the mushroom extract was detected by the method of Dinis et al. (1994). The reducing power activity of the mushroom extracts was determined according to Oyaizu, (1986).

### Cytotoxic activity of mushroom extracts

Cytotoxic activity of *P. eryngii* extracts was evaluated according to the method of Alley et al. (1998). MTT test was used to evaluate the PC-3 (prostate cancer) cell line. MTT solution: 5 mg MTT was dissolved in phosphate buffer solution (CMFPBS) (pH = 7.0) without 1 ml divalent cations (Ca<sup>++</sup> and Mg<sup>++</sup>). The solution was stored in the dark at 4 °C. Serum media for PC-3 (CRL-1435, ATCC) cell culture: 10 ml inactivated FBS (Fetal Bovine Serum) (10%), 1 ml penicillin (100 U)/streptomycin (100 mg/ml) solution (1%) DMEM-F12 (Dulbecco's Modified Eagle Medium: Nutrient Mixture F-12). 24-h culture phases were applied in each well for PC-3 cells in 200 µl medium

with 105 cells. The 96-well microplate was incubated for 24 hours in a humidified incubator containing 5% CO<sub>2</sub> at 37 °C. After 24 hours, the culture medium was removed from the wells using an 8-channel automatic pipette. 50 µl of PBS and 90 µl of fresh media was added to each well. Subsequently, 10 µl of the test substance was applied to the wells at a concentration of ½ per cent dilution to the MTT test. Cytotoxicity tests were performed 7 times, 4 replicates for each concentration and 8 repetitions in the same order for a second day.

20 µl of MTT solution was added to each well of the 96-well microplate containing the cell line incubated for 24 hours at 37 °C 5% CO<sub>2</sub> with *P. eryngii* extracts. After shaking at 150 rpm for 5 min, it was incubated at 37 °C for 2-3 hours. The top liquid in the wells was discarded. 100 µl of DMSO was added to the wells. Shaken at 150 rpm for 5 min. The intensity of the resulting colour was measured at 590 nm (versus 670 nm reference wavelength). By comparing the absorbance value of the tested compounds and the solvent control group, the number of cells killed % (Inhibition concentration, IC) was calculated. The absorbance values of the wells (solvent controls) containing the solution of the test substance instead of the test sample showed 100% viability. It was determined that DMSO used as 1% in the experiment had no cytotoxic effect on the cells. The absorbances at 590 nm for the MTT test were measured against the 690 nm reference wavelength. Corrected absorbance values were obtained by subtracting the blind absorbance from each solvent control and sample absorbance. Calculations were made by taking the average of absorbance values for repeats in a microplate. The relative inhibition activity (IC) was calculated according to the following formula as a percentage of the solvent control;

Inhibition%=  $\frac{\text{corrected mean Absorbance sample}}{\text{corrected mean Absorbance solvent control}} \times 100$

Viability % was calculated using solvent control for MTT testing. The inhibition % curve against the exposure concentration was plotted. The concentration corresponding to 50% inhibition from the curve was determined as IC<sub>50</sub>. Studies on cytotoxic activity were performed at the laboratories of Istanbul University Faculty of Pharmacy.

#### Determining antimicrobial activity of mushroom extracts

Antimicrobial activity of obtained extracts was determined by the disk diffusion test taking into consideration the National Committee for Clinical Laboratory Standards rules. The disk diffusion test was performed using Nutrient Agar and Sabouraud Dextrose Agar medium. Before the microorganisms were inoculated, the solid media were incubated at 35-

36 °C for 30 minutes. It was sterilized and cooled to 45-50 °C, Nutrient Agar and Sabouraud Dextrose Agar (SDA Merck) were poured into 25 ml sterile petri dishes with a diameter of 9 cm. It was sterilized and cooled to 45-50 °C, Nutrient Agar and Sabouraud Dextrose Agar (SDA Merck) were poured into 25 ml sterile petri dishes with a diameter of 9 cm. The mediums were incubated at 37 degrees for overnight for contamination control. Bacteria (108 pieces / mL) and yeast (107 pieces/mL) were added to the water bath and 150 µL of them were collected and distributed to the sterile petri dishes with sterile cotton swabs. 30 mg/L (210 µg/disc) of mushroom (7 mg/mL) solutions were impregnated on 6 mm sterile blank paper discs. Discs impregnated with fungal solutions were placed on the solidified agar by lightly pressing. Petri dishes prepared in this way were incubated in the oven at 37 °C for 24/48 hours, after which the inhibition zone diameters on the medium were measured as mm using a ruler.

#### RESULT and DISCUSSIONS

In this study, nutritional contents, fatty acid composition, antioxidant, anticancer and antimicrobial activities of extracts obtained with solvents that vary from non-polar to polar (hexane to methanol) were investigated.

#### Determination of nutritional contents

Macrofungi have the essential nutrients for human health because of their structures. Mushrooms are an edible fungus that can ensure diverse major nutrients. The many varieties of mushroom have different compositions and nutritional profiles. Mushrooms are rich with protein, vitamins, minerals, and antioxidants. These natural compounds have various health benefits. For this purpose, data on nutrients (fibre, protein, fat, carbohydrate, ash and energy amounts) of *P. eryngii* were analyzed in detail. Crude protein (Nx4.38), carbohydrate, lipids, ash, dietary fibre and energy value of *P. eryngii* fruiting bodies (% of dry substance) were determined as 15.93±0.06 g 100 kg<sup>-1</sup>, 68.4±0.59 g 100 g<sup>-1</sup>, 3.34±0.02 g 100 g<sup>-1</sup>, 9.9±0.01 g 100 g<sup>-1</sup>, 24.6±0.05 g 100 g<sup>-1</sup> and 3888±0.23 cal 100 g<sup>-1</sup> respectively. There are many studies on the different nutritional contents of *Pleurotus* species. Ahmet et al. (2013) investigated the nutritional content of *P. high-king* (PHK), *P. ostreatus* (PO3), *P. geesteranus* (PG1), *P. geesteranus* (PG3), and *P. ostreatus* (PO2) strains also they reported that the highest Ca (338±1.0), Mg (122±2.0), and K (14±0.0) amount was found in PG3 and the highest amount of Fe (468±11) and Cu (3.6±0.0) was in PHK type. However, they reported that the highest protein and ash content was found in strain PG1, while the highest lipid and crude fiber content was found in strains PO2 and PO3, respectively. Oyetayo et al. (2013) reported that the

rates of Mg ( $3.57\pm 0.01$ ), Ca ( $8.87\pm 0.006$ ), phosphorus ( $56.77\pm 0.006$ ), protein ( $20.11\pm 0.05$ ), fat ( $3.57\pm 0.01$ ), and dietary fiber ( $17.51\pm 0.02$ ) contents of *P. ostreatus*, which they cultivated on different wood substrates, were higher in those grown in *Pycnanthus ongoleubis*. Musieba et al. (2013) reported that ash, protein, fat and fiber contents of *P. citrinopileatus* were  $9.12\pm 1.57$ ,  $22.10\pm 2.0$ ,  $1.32\pm 2.03$  and  $20.78\pm 2.72$  g/100 g dry matter, respectively. Mazi et al. (1999) reported that ash content was between 6.9% and 10.5% and potassium and magnesium content was higher than other elements in a study they conducted on different types of edible mushrooms (*P. ostreatus*, *P. eryngii*, *P. pulmonarius* and *Lentinula edodes*). Also, they reported the most abundant amino acids in edible mushrooms, expressed as percentages of total amino acids, were glutamic acid ( $12.8\pm 20.9\%$ ), aspartic acid ( $9.1\pm 12.1\%$ ), and arginine ( $3.7\pm 11.7\%$ ). In another study, the chemical composition of *Pleurotus ostreatus* (raw g/100g edible weight) was investigated and the protein, fat carbohydrate, ash energy, and nutritional fiber content were reported as  $1.61\pm 0.02$ ,  $0.36\pm 0.02$ ,

$6.69\pm 0.01$ ,  $0.89\pm 0.01$ , 36 kcal and  $4.10\pm 0.06$ , respectively (Manzi et al. 2001).

*P. eryngii* has rich carbohydrate and protein content and has a small amount of ash and oil compared to other edible fungi. This rich nutritional composition ensures that this fungus is the perfect food for use in low-calorie diets. Some researchers have suggested that the essential amino acid content of mushrooms can be compared to animal proteins (Longvah and Deosthale 1998; Mattila et al. 2001). Figure 1 shows the essential amino acid content of *P. eryngii*. It was detected eight essential amino acids for humans, and the total contents of essential amino acids varied between  $0.05$  mg  $100g^{-1}$  to  $9.83$  mg  $100g^{-1}$ . The major components of the essential amino acid were found as threonine, methionine and leucine. Edible mushroom, *Pleurotus* contains 40% of the essential amino acids which humans need to intake, and thus it is considered as the potential diet for individuals having malnutrition problems (Pushpa and Purushothoma 2010).

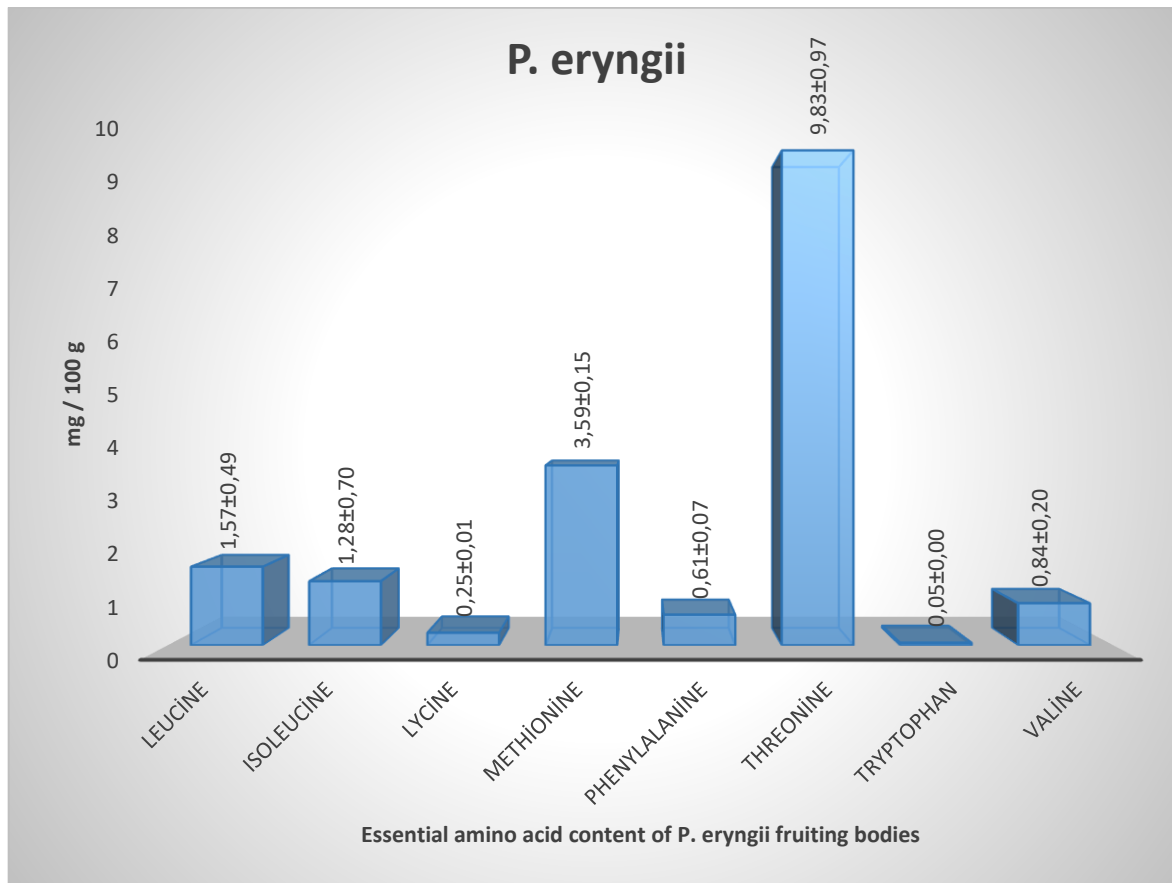


Figure 1. The essential amino acid content of *P. eryngii* fruiting bodies (mg 100 g<sup>-1</sup>) (n=3, ±SEM)  
Şekil 1. *P. eryngii* meyve gövdesinin esansiyel amino asit içeriği (mg 100 g<sup>-1</sup>) (n=3, ±SEM)

#### Determination of fatty acid compositions of total lipid (TL), phospholipid (PL) and triacylglycerol (TG) fractions

Fatty acids are the main unit of lipids such as

phospholipids, triglycerides, and monoglycerides. Fatty acids can be formed as saturated (SFA), monounsaturated (MUFA), or polyunsaturated (PUFA). Triacylglycerols (TGs) are the main neutral

lipids and they are the primary storage molecules of metabolic energy in most living organisms. Phospholipids (PLs) are the presence in nature, and they are key elements of the lipid bilayer of the cell membrane. Additionally, TGs are utilized in the food industry. PLs have favourable effects on human health (Aparicio and Aparicio-Ruiz 2000). Nevertheless, no reports have been published about the fatty acid compositions of TL, TG and PL fractions of *P. eryngii*. From this point of view, TL, TG and PL fatty acid fractions of *P. eryngii* were investigated in detail (Table 1). The following main fatty acids were identified in total lipid, triacylglycerol and phospholipid fractions: C8:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, and C20:0 as saturated fatty acids (SFAs); C16:1n-7, C18:1n-9, and C20:1n-9 as monounsaturated fatty acids (MUFAs); and C18:2n-6, C18:3n-3, as polyunsaturated fatty acids (PUFAs). C 8:0 was identified only in the TG fraction at a trace amount. The results show that  $\Sigma$ MUFA percentages (44.5%) were higher than  $\Sigma$ SFA (18.25%) and  $\Sigma$ PUFA (37.2%) in total lipid fraction. In the phospholipid fraction, the PUFA ratio (50.14%) was the significantly highest when compared with SFA (11.85) and MUFA

(30.54). The MUFA (52.95%) percentage was found higher than SFA (11.17%) and  $\Sigma$ PUFA (29.71%) in triacylglycerol fraction. Linoleic (C18:2n-6), oleic (C18:1n-9) and palmitic (C16:0) acids were found as major fatty acids in all fractions (Table 1). Oleic acid is the most abundant fatty acid in the human body and makes up almost half of the fatty acids. Fats with high oleic acid in its composition have been reported to have many advantages for human well-being. It is stated that oleic acid, a bioactive compound, is an effective glucosyltransferase inhibitor and inhibits high levels of human telomerase activity in a cell-free enzymatic assay (Oda et al. 2002; Won et al. 2007). Linoleic acid is an essential fatty acid because it cannot be synthesized in the human cells and it must be taken from the diet. In its insufficiency reported that retardation in growth, reproductive disorders and dermatoses in the skin, pathological changes in the liver and kidney (Dimou et al. 2002). We conclude that the presence of linoleic (C18: 2n-6) and oleic acids (C18: 1n-9) in *P. eryngii* and the abundance of essential fatty acids may create a new perspective in formulating new mushroom-based dietary supplements in further studies.

Table 1. Fatty acid composition of TL, PG and TG fractions of *P. eryngii* fruiting bodies  
 Çizelge 1. *P. eryngii* meyve gövdelerinin TL, PG ve TG fraksiyonlarının yağ asidi bileşimi

Fatty acid	TL (Mean±S.E.M.)*	PL (Mean±S.E.M.)*	TG (Mean±S.E.M.)*
C8:0§	-	-	0.04±0.01 <sup>a</sup>
C12:0	-	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>b</sup>
C14:0	0.17±0.03 <sup>b</sup>	-	0.25±0.02 <sup>a</sup>
C15:0	1.75±0.08 <sup>b</sup>	2.67±0.09 <sup>a</sup>	-
C16:0	11.58±0.90 <sup>a</sup>	11.85±1.01 <sup>a</sup>	11.17±1.00 <sup>a</sup>
C17:0	0.12±0.07 <sup>a</sup>	-	0.13±0.08 <sup>a</sup>
C18:0	4.31±0.90 <sup>c</sup>	1.74±0.87 <sup>a</sup>	5.27±0.98 <sup>b</sup>
C20:0	0.31±0.04 <sup>b</sup>	1.57±0.56 <sup>a</sup>	0.39±0.06 <sup>b</sup>
$\Sigma$ SFA	18.25±0.97 <sup>a</sup>	17.87±1.21 <sup>a</sup>	17.28±1.29 <sup>a</sup>
C16:1n-7	0.54±0.01 <sup>c</sup>	1.41±0.09 <sup>a</sup>	0.29±0.06 <sup>b</sup>
C18:1n-9	43.57±2.09 <sup>c</sup>	30.54±2.21 <sup>a</sup>	52.66±2.34 <sup>b</sup>
C20:1n-9	0.39±0.02 <sup>a</sup>	-	-
$\Sigma$ MUFA	44.5±2.45 <sup>c</sup>	31.95±2.30 <sup>a</sup>	52.95±1.88 <sup>b</sup>
C18:2n-6	37.03±2.67 <sup>c</sup>	50.01±2.09 <sup>a</sup>	29.63±1.90 <sup>b</sup>
C18:3n-3	0.17±0.03 <sup>c</sup>	0.13±0.02 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>b</sup>
$\Sigma$ PUFA	37.2±2.05 <sup>c</sup>	50.14±2.45 <sup>a</sup>	29.71±1.66 <sup>b</sup>

\* Each data is the average of 3 replicates. Three injections were performed per repeat. § The data determined by the same letters in each line are not different from each other at the level of  $p > 0.05$  probability. SEM.: Standard error mean, SFA: Saturated Fatty Acids, MUFA: Monounsaturated Fatty Acids, PUFA: Unsaturated Fatty Acids. The percentages of fatty acids in total, triacylglycerol and phospholipid fusion were evaluated in their own right.

### Determination of antioxidant properties

In living organisms, free radicals are formed in different ways. They react with membrane lipids, nucleic acids, proteins, enzymes and other small molecules to cause cellular damage. Low doses of synthetic antioxidants were able to inhibit cancer but some studies with experimental animals, indicate that they caused carcinogenesis and liver damage when

used in high doses. This has led to increased interest in natural antioxidant sources. Mushrooms contain antioxidant substances to reduce oxidative damage in humans' cell (Kosanić et al. 2012; Khatua et al. 2013; Adebayo et al. 2014). Radicals scavenging activity, reducing power activity, metal chelating activity, total antioxidant activity and superoxide anion radical scavenging activity methods were applied to determine antioxidant properties. The highest results (DPPH,



metal chelating, total antioxidant and superoxide radical extinguishing activity) were determined in ethyl acetate extract, except for reduction power activity. It was determined that the activities increased with the concentration and the results changed with the used solvents. The data obtained from ethyl acetate extract was quite close to the standards used as the positive control (Table 2). *P. eryngii* methanol extract had the highest reducing

power activity, but it was found that they had moderate activity in comparison with positive controls (BHT, BHA, Ascorbic acid, Trolox). These differences might be due to chemical alteration in the active compounds present in this mushroom caused by using the organic solvent extraction process. Similar results have been reported in different research (Le et al. 2007; Tan et al. 2015).

Table 2. Antioxidant activities of *Pleurotus eryngii* extracts\*

Çizelge 2. *Pleurotus eryngii* ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri

<i>Pleurotus eryngii</i> extracts/ standards	DPPH scavenging activity % (5 mg/mL)	Reducing power activity (A562 <sub>nm</sub> ) (10 mg/mL)	Metal chelating activity % (4 mg/mL)	Total antioxidant activity % (0.1 mg/ mL- 48th h)	Super oxide anion radical activity % (2 mg/mL)
HEG	74.16±0.56	1.57±0.28	80.10±3.11	62.69±0.89	77.41±1.28
EtOAc	88.82±1.02	1.39±0.09	88.84±3.04	57.97±0.06	83.24±3.08
MeOH	78.82±0.09	1.78±0.09	83.60±2.63	63.62±0.09	73.11±2.09
BHA	89.85±0.38	3.23±0.00	-	69.49±0.35	70.34±0.00
BHT	89.16±2.04	3.26±0.08	-	69.04±0.52	82.93±3.08
Askorbik asit	92.54±2.55	3.76±0.03	-	63.71±1.26	68.58±2.06
Trolox	92.14±1.23	3.58±0.08	-	59.43±0.18	82.74±3.22
EDTA	-	-	91.18±0.04	-	-

\*Only the results of the highest activities are given. Each value three times (n=3, ±SEM) are given by calculating; BHA: Butylated hydroxyanisole; BHT: Butylated hydroxytoluene; HEG: Hexane extracts; EtOAc: Ethyl acetate extracts; MeOH: Methanol extracts

### Determination of cytotoxic activity

The result of the cytotoxic activity of *P. eryngii* extracts on the PC-3 cell lines and 50 % growth inhibition (IC<sub>50</sub>) shown in Table 3. In recent studies reported that different types of the extract obtained from fruit bodies or mycelium of *Pleurotus* mushrooms may have been as potential anticancer agents on different cancer cell lines (Hwang et al. 2003; Sun et al. 2017). However, no studies have been set against the PC-3 cell line. Cytotoxic activity (against PC-3 cell lines) of *P. eryngii* was investigated by using the various solvent extract. Ethyl acetate extract of *P. eryngii* showed significant inhibitory activity at the concentration of 530 µg ml<sup>-1</sup> (86.203 %) against PC-3 cell lines with IC<sub>50</sub>; 109.89±2.01 µg mL<sup>-1</sup> (Figure 2). Methanol extracts did not show any cytotoxic activity. It has been found that the potential of cytotoxic activity is depended on the concentration and solvent type of extracts. There has

been increasing attention regarding the minimal toxicity fungal metabolites and potent bio pharmacological activities in cancer therapy. In particular, it can be said that naturally occurring anticancer compounds with low toxicity and high potency to normal cells should be in human diets. The positive results obtained from the ethyl acetate extract may have positive consequences for other cancer cells.

### Determination of antimicrobial activity

There are several reports in the literature regarding the antimicrobial activity of extracts from the genus of *Pleurotus* (Mondal et al. 2013; Neelam and Singh 2013; Rahman et al. 2013). *P. eryngii* extracts have inhibitory activity against a group of bacterial reference strains were stated in some studies (Shang et al. 2013; Schillaci et al. 2013; Akyüz and Kırbağ

Table 3. Cytotoxic activity of *P. eryngii* extracts and 50% growth inhibition (IC<sub>50</sub>)<sup>a</sup>

Çizelge 3. *P. eryngii* ekstrelinin sitotoksik aktivitesi ve %50 büyüme inhibisyonu (IC<sub>50</sub>)<sup>a</sup>

Mushroom	Exposure Concentrations (µg/mL)		% Inhibition		IC <sub>50</sub> (µg/mL)	
	EtOAc	MeOH	EtOAc	MeOH	EtOAc	MeOH
<i>P. eryngii</i>	530	680	86.203	51.868	109.89±2.01	-
	265	-	61.131	ND		
	132.5	-	52.909	ND		
	66.25	-	36.578	ND		
	33.13	-	29.954	ND		
	16.56	-	18.555	ND		
	8.28	-	8.103	ND		

<sup>a</sup>IC<sub>50</sub> values were expressed as the mean±SEM, determined from the results of MTT assay in triplicate experiments. EtOAc: Ethyl acetate extracts; MeOH: Methanol extracts, ND: Not Detected

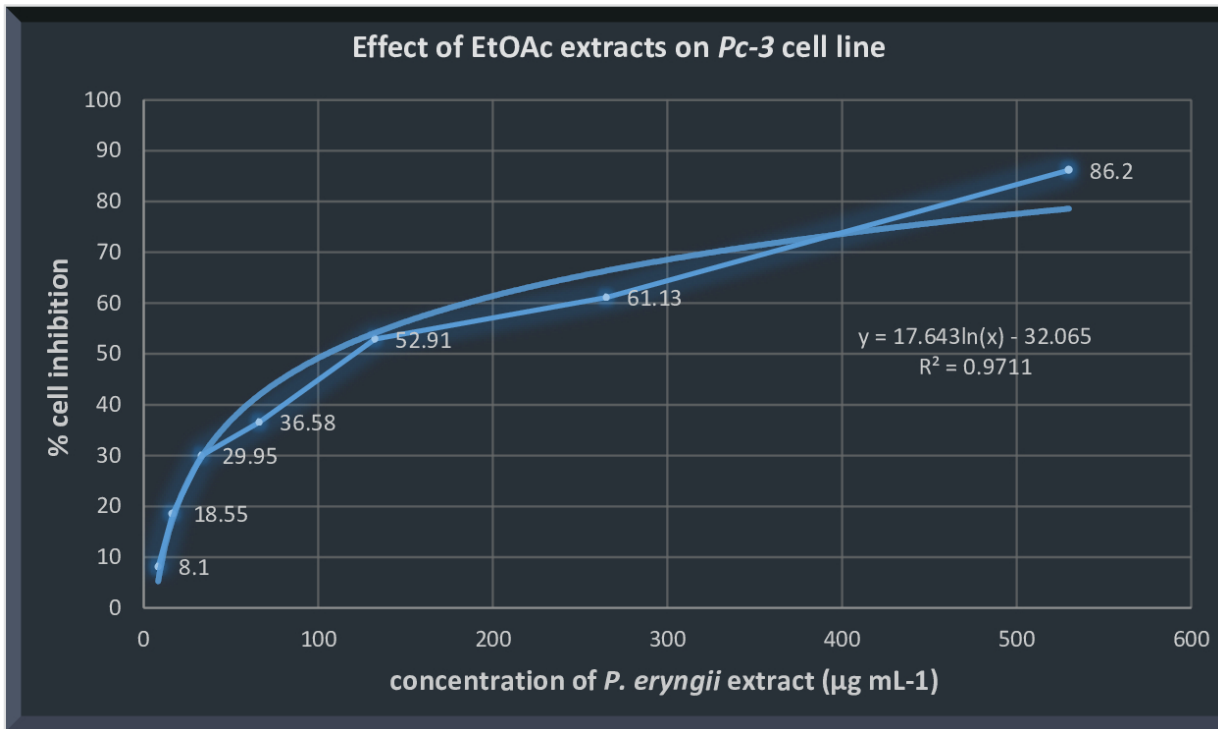


Figure 2. Cytotoxic activity of ethyl acetate extract  
 Şekil 2. Etil asetat ekstresinin sitotoksik aktivitesi

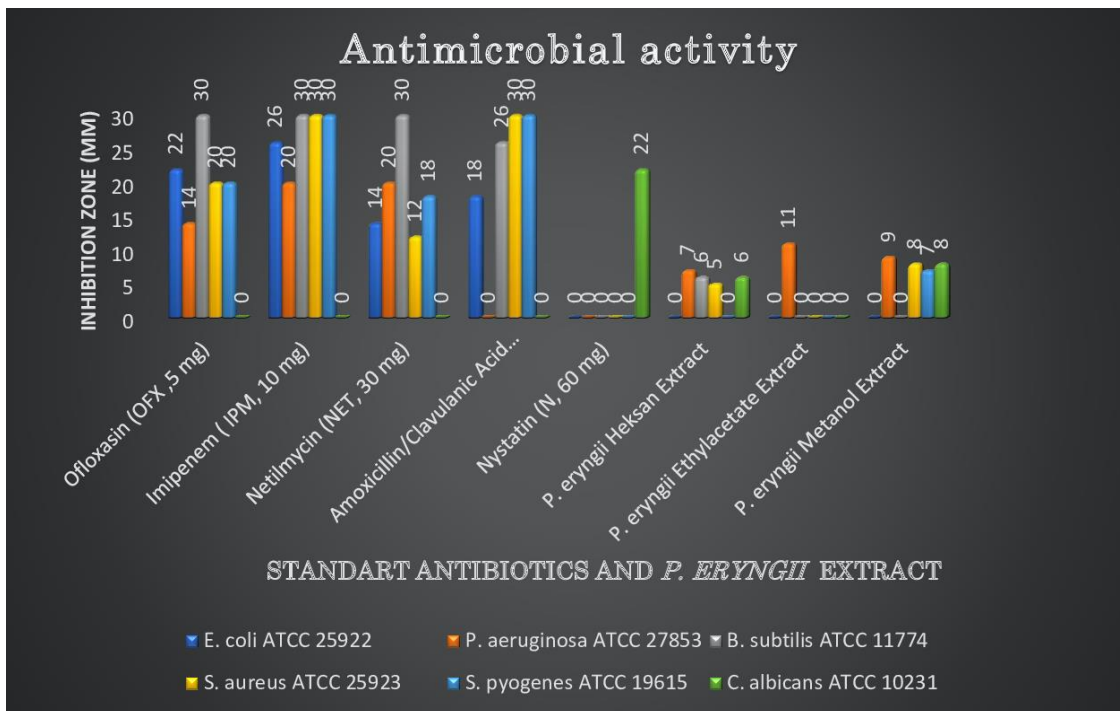


Figure 3. Antimicrobial activity assay  
 Şekil 3. Antimikrobiyal aktivite deneyi

2009). In the current study, the highest antimicrobial activity was obtained against *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 (11 mm) in ethyl acetate extract. *P. eryngii* hexane extract showed weak growth inhibition on *P. aeruginosa*, *B. subtilis*, *S. aureus* bacterial strains and *C. albicans* yeast. The methanol extract showed moderate growth inhibition against *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *S. pyogenes* bacterial strains

and *C. albicans* yeast. The ethyl acetate extracts only inhibited *P. aeruginosa* growth. However, none of the tested extracts showed an inhibitory effect on the growth of *E. coli* bacteria strain (Figure 3). In this regard, the *Pleurotus eryngii* extracts were not showed strong antimicrobial activities when compared with standard antibiotics but we believe that the values may change when solvent differences considered.

## CONCLUSIONS

Mushrooms are very rich in classes of phenolic compounds such as coumaric acid, chlorogenic acid, syringic acid, caffeic acid, quercetin, rutin, catechin, protocatechuic acid, ferulic acid, gallic acid, which are considered as secondary metabolites. These compounds are very important in terms of antioxidant metabolism. They eliminate the effects of free radicals caused by cellular activities. Also, by directing the cells to apoptosis, they prevent cancer cell proliferation and tumour generation. Furthermore, *Pleurotus* mushrooms are noted as one of the richest and well-balanced sources in terms of human nutrition and commonly human food and nutraceutical industries. Moreover, due to high nutritional values, these mushrooms can help significantly against malnutrition disease and can have positive effects on general health. In this respect, the further chromatographic and structural study needs to be conducted to know which compounds are in charge of from which activity. Also, in vivo studies are needed to understand how mushrooms are efficacious in living creatures. Following these studies, we suggest that usage of these potentials of mushrooms in the pharmaceutical and food industry may be beneficial to reduce the utilization of synthetic compounds. We believe that results will provide new baseline information for further study on *Pleurotus eryngii*.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was a part of the project having the financial support of the coordination Unit of Scientific Research Project of Mardin Artuklu University. Project no. MAÜ -15- SYO- 04.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## REFERENCES

- Adebayo EA, Oloke JK, Aina DA, Bora TC 2014. Antioxidant and Nutritional Importance of some *Pleurotus* species. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 3: 289-294.
- Ahmed M, Abdullah N, Ahmed KU, Bhuyan MHMB 2013. Yield and nutritional composition of oyster mushroom strains newly introduced in Bangladesh. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(2): 197-202.
- Akyüz M, Kırbağ S 2009. Antimicrobial activity of *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. var. *eryngii* which obtained from the various culture medium. *Ecological Life Sciences*, 4(2): 61-68.
- Alley MC, Scudiere DA, Monks A, Hursey ML, Czerwinski MJ, Fine DL, Abbot BJ, Mayo JG, Shoemaker RH, Boyd MR 1998. Feasibility of drug screening with panels of human tumor cell lines using a microculture tetrazolium assay. *Cancer Research*, 48: 589-600.
- Alves MJ, Ferreira ICFR, Froufe HJC, Abreu RMV, Martins A, Pintado M 2013. Antimicrobial activity of phenolic compounds identified in wild mushrooms, SAR analysis and docking studies. *Journal of Applied Microbiology*, 115: 346-357.
- AOAC 993.21. 1990. Total Dietary Fiber in Foods and Food Products J. AOAC Int. 77,687 AOAC, Official methods of analysis (15<sup>th</sup> ed.). Virginia DC, USA: Association of the agricultural chemist. (1994): 746-780.
- Aparicio R, Aparicio-Ruiz R 2000. Authentication of vegetable oils by chromatographic techniques. *Journal of Chromatography A*. 881(1-2): 93-104.
- Chen JJ, Mao D, Yong YY, Li JL, Wei H, Lu L 2012. Hepatoprotective and hypolipidemic effects of water-soluble polysaccharide extract of *Pleurotus eryngii*. *Food Chemistry*, 130: 687-694.
- Chu YH, Chang CL, Hsu HF 2000. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 561-566.
- Dapkevicius A, Venskutonis R, Van-Beek TA, Linssen JPH 1998. Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77: 140-146.
- Das AJ, Khawas P, Miyaji T, Deka SC 2014. HPLC and GC-MS analyses of organic acids, carbohydrates, amino acids and volatile aromatic compounds in some varieties of rice beer from northeast India. *Journal of the Institute of Brewing*, 120: 244-252.
- Dimou DM, Georgala A, Komaitis M, Aggelis G 2002. Mycelial fatty acid composition of *Pleurotus* spp. and its application in the intrageneric differentiation. *Mycological Research*, 106: 925-999.
- Dinis TCP, Madeira VMC, Almeida MLM 1994. Action of phenolic derivatives (acetoaminophen, salicylate and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxyl radical scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 315: 161-169.
- Duncan DB 1955. Multiple ranges and multiple F tests. *Biometrics*, 11:1-42.
- Dundar A, Acay H, Yildiz A 2009. Effect of using different lignocellulosic wastes for the cultivation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. on mushroom yield, chemical composition and nutritional value. *African Journal of Biotechnology*, 8:662-666.
- Dundar A, Okumus V, Ozdemir S, Yildiz A 2013. Antioxidant properties of cultured mycelia from four *Pleurotus* species produced in the submerged

- medium. International Journal of Food Properties, 6: 1105-1116.
- Ferreira ICFR, Vaz JA, Vasconcelos MH, Martins A 2010. Compounds from wild mushrooms with antitumor potential. Anti-cancer Agents in Medicinal Chemistry, 10: 424-436.
- Gasecka M, Mleczek M, Siwulski M, Niedzielski P 2013. Phenolic composition and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii* enriched with selenium and zinc. European Food Research and Technology, 242: 723-732.
- Heleno SA, Barros L, Sousa MJ, Martins A, Ferreira ICFR 2009. Study and characterization of selected nutrients in wild mushrooms from Portugal by gas chromatography and high-performance liquid chromatography. Microchemical Journal, 93:195-199.
- Hwang YJ, Nam HK, Chang MJ, Noh GW, Kim SH 2003. Effect of *Lentinus edodes* and *Pleurotus eryngii* extracts on proliferation and apoptosis in human colon cancer cell lines. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 32: 217-222.
- Iwona GK, Kałużewicz A, Spizewski T, Siwulski M, Sobieralski K 2018. Bioactive compounds and medicinal properties of Oyster mushrooms (*Pleurotus* sp.). Folia Horticulturae, 30(2): 191-201.
- Jeong YT, Jeong SC, Gu YA, Islam R, Song CH 2010. Antitumor and immunomodulating activities of endo-biopolymers obtained from a submerged culture of *Pleurotus eryngii*. Food Science and Biotechnology, 19: 399-404.
- Kaçar S, Başhan M, Oymak AS 2016. Effect of seasonal variation on lipid and fatty acid profile in muscle tissue of male and female *Silurus triostegus*. Journal of Food Science and Technology Mysore, 53(7): 2913-2922.
- Kalac P 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. Food Chemistry, 113: 9-16.
- Kalac P 2012. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms. In S. Andres, & N. Baumann (Eds.), Mushrooms: Types, properties and nutrition, Nova Science Publishers, 130-151.
- Keskin C, Özen HÇ, Toker Z, Kızıl G, Kızıl M 2018. Determination of in vitro antioxidant and antimicrobial properties of the shoot and root extracts of *Astragalus diphtherites* FENZL var. *diphtherites* and *Astragalus gymnalopecias* RECH. FIL. obtained by different solvents. Journal of Agriculture and Nature, 21(2): 157-166.
- Khan MA, Tania M 2012. Nutritional and Medicinal Importance of *Pleurotus* Mushrooms: An Overview. Food Reviews International, 28(3): 313-329.
- Khatua S, Paul S, Acharya K 2013. Mushroom as the potential source of new generation of antioxidant: a review. Research Journal of Pharmacy and Technology, 6: 496-505.
- Kjeldahl Johan Z 1883. A new method for the determination of nitrogen in organic bodies." Analytical Chemistry, 22: 366.
- Kosanić M, Ranković B, Dašić M 2012. Mushrooms as possible antioxidant and antimicrobial agents, Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 11: 1095-1102.
- Lee YL, Huang GW, Liang ZC, Mau JL, 2007. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus*. Food Science and Technology, 40: 823-833.
- Li S, Nagendra PS 2013. Effects of Various Heat Treatments on Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of *Pleurotus eryngii* Extracts. Journal of Food Science, 78(8): 1122-1129.
- Liu XN, Zhou B, Lin RS, Jia L, Deng P, Fan K, Wang G, Wang L, Zhang J 2010. Extraction and antioxidant activities of intracellular polysaccharide from *Pleurotus* sp. mycelium. International Journal of Biological Macromolecules, 47:116-119.
- Longvah T, Deosthale Y 1998. Compositional and nutritional studies on edible wild mushroom from northeast India. Food Chemistry, 63(3): 331-334.
- Manzi P, Aguzzi A, Pizzoferrato L 2001. Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. Food Chemistry, 73: 321-325.
- Manzi P, Gambelli L, Marconi S, Vivanti V, Pizzoferrato L 1999. Nutrients in edible mushrooms: An inter-species comparative study. Food Chemistry, 65: 477-482.
- Mattila P, Kanko K, Earola M, Pihlava JM, Astola J, Vahterist L 2001. Contents of vitamins, mineral elements, some phenolic compounds in cultivated mushrooms. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 2343-2348.
- Mondal T, Some R, Dutta S 2013. Studies on antioxidant and antimicrobial properties of some common mushrooms. Journal of Today's Biological Sciences: Research and Reviews, 2: 60-67.
- Moonmoon M, Uddin MN, Ahmed S, Shelly NJ, Khan MA 2010. Cultivation of different strains of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) on saw dust and rice straw in Bangladesh. Saudi Journal of Biological Sciences, 17: 341-345.
- Musieba F, Okoth S, Mibey RK, Wanjiku S, Moraa K 2013. Proximate Composition, Amino Acids and Vitamins Profile of *Pleurotus citrinopileatus* Singer: An Indigenous Mushroom in Kenya. American Journal of Food Technology, 8(3): 200-206.
- Neelam S, Singh S 2013. Comparative *in vitro* studies on Phytochemical and Antibacterial Properties of Ethanolic Extracts of *Pleurotus florida* and *Pleurotus ostreatus*. International Journal of Pharmacy and Biological Sciences, 4: 396-400.



- Oda M, Ueno T, Kasai N, Takahashi H, Yoshida H, Sugawara F, Sakaguchi K, Hayashi H, Mizushima Y 2002. Inhibition of telomerase by linear-chain fatty acids: a structural analysis. *Biochemical Journal*, 367: 329-334.
- Oyaizu M 1986. Studies on products of browning reaction: Antioxidative activity of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44: 307-315.
- Oyetayo VO, Ariyo OO 2013. Micro and macronutrient properties of *Pleurotus ostreatus* (Jacq: fries) cultivated on different wood substrates. *Journal of Biological Sciences*, 6: 223-232.
- Phillips R 1994. *Mushrooms and Other Fungi of Great Britain & Europe*, New Interlitho S.P. A., Milan: 288.
- Pushpa H, Purushothoma KB 2010. Nutritional analysis of wild and cultivated edible medicinal mushrooms. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 5(2): 140-144.
- Rahman MM, Asiqur R, Taslima N, Borhan U, Mafroz AB, Shahdat H 2013. Antioxidant and Antimicrobial Activity of *Pleurotus florida* Cultivated in Bangladesh. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 3:166-175.
- Ren D, Wang N, Guo J, Yuan L, Yang X 2016. Chemical characterization of *Pleurotus eryngii* polysaccharide and its tumour-inhibitory effects against human hepatoblastoma HepG-2 cells. *Carbohydrate Polymers*, 138: 123-133.
- Rodriguez EAE, Royse DJ 2007. Yield, size and bacterial blotch resistance of *Pleurotus eryngii* grown on cottonseed hull/oak sawdust supplemented with manganese, copper and whole ground soybean. *Bioresource Technology*, 98:1898-1906.
- Schillaci D, Arizza V, Gargano ML, Venturella G 2013. Antibacterial activity of Mediterranean oyster mushrooms, species of genus *pleurotus* (higher basidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 15: 591-594.
- Shang X, Tan Q, Liu R, Yu K, Li P, Zhao GP 2013. *In vitro* anti-*Helicobacter pylori* effects of medicinal mushroom extracts, with special emphasis on the lion's mane mushroom, *Hericium erinaceus* (Higher Basidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 15:165-174.
- Sun Y, Hu X, Li W 2017. Antioxidant, antitumor and immunostimulatory activities of the polypeptide from *Pleurotus eryngii* mycelium. *International Journal of Biological Macromolecules*, 97: 323-330.
- Tan YS, Baskaran A, Nallathamby N, Chua KH, Kuppusamy UR, Sabaratnam V 2015. Influence of customized cooking methods on the phenolic contents and antioxidant activities of selected species of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.). *International Journal of Food Science Technology*, 52:3058-3064.
- Taofiq O, Calhelha RC, Heleno SA, Barros L, Martins A, Santos-Buelga C 2015. The contribution of phenolic acids to the anti-inflammatory activity of mushrooms: screening in phenolic extracts, individual parent molecules and synthesized glucuronated and methylated derivatives. *Food Research International*, 76: 821-827.
- Won SR, Hong MJ, Kim YM, Li CY, Kim JW, Rhee HI 2007. Oleic acid: an efficient inhibitor of glucosyltransferase. *FEBS Letters*, 581: 4999-5002.
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64: 555-559.

## The Biological Activity; Cytotoxicity and Antioxidant Activity of *Jurinea brevicaulis*

Mahmoud ABUDAYYAK<sup>1\*</sup>, Şeyda KANBOLAT<sup>2</sup>, Şeyma BATUR<sup>3</sup>, Reyhan Seda ERGENE<sup>4</sup>

Rezzan ALİYAZICIOĞLU<sup>5</sup>

<sup>1,3</sup>Department of Pharmaceutical Toxicology, Faculty of Pharmacy, Karadeniz Technical University, 61080, Trabzon, Turkey, <sup>2,4,5</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Pharmacy, Karadeniz Technical University, 61080, Trabzon, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2286-4777>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7261-7067>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-0934-0223>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-4985-9812>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-0143-8795>

✉: abudayyak@ktu.edu.tr

### ABSTRACT

*Jurinea brevicaulis* is a perennial herbaceous plant belonging to the Asteraceae family. *J. brevicaulis* is an endemic genus and grows Erzincan and Gümüşhane provinces in Turkey. *Jurinea* species are known to have anticancer, antibacterial, antifungal and antioxidant effects. In this article, it is aimed to evaluate the antioxidant capacity and cytotoxic effects of *J. brevicaulis*. Results indicate that, TPC values were between 41.7 - 537.5 GAE µg g<sup>-1</sup>, FRAP values were between 109.52 - 1076.2 µM Trolox equivalent g<sup>-1</sup>, CUPRAC values were between 231.4 - 3083.3 µM Trolox equivalent g<sup>-1</sup>, IC<sub>50</sub> values in DPPH determination were between 0.0102 - 3.4174 mg mL<sup>-1</sup>. The extracts caused cell death in a concentration-dependent manner in, IC<sub>50</sub> values were calculated to be between 3.67-10.2 µg mL<sup>-1</sup>. In conclusion, the cytotoxic effects in cancerous cells and the high antioxidant capacity indicates that *J. brevicaulis* could be an important herb in developing new drugs.

### Research Article

#### Article History

Received : 24.04.2020

Accepted : 07.09.2020

#### Keywords

*Jurinea brevicaulis*  
Antioxidant Capacity  
Cytotoxicity

## *Jurinea brevicaulis*'in Biyolojik Aktivitesi; Sitotoksikite ve Antioksidan Aktivitesi

### ÖZET

*Jurinea brevicaulis*, Asteraceae familyasına ait çok yıllık otsu bir bitkidir. *J. brevicaulis* endemik bir cinstir ve Türkiye'de Erzincan ve Gümüşhane illerinde yetişir. *Jurinea* türleri antikanser, antibakteriyel, antifungal, antioksidan etkiler gösterdiği bilinmektedir. Bu makalede, *J. brevicaulis*'in antioksidan kapasitesini ve sitotoksik etkilerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Sonuçlar, TPC değerlerinin 41.7- 537.5 GAE ug g<sup>-1</sup> arasında, FRAP değerlerinin 109.52- 1076.2 uM Troloks eşdeğeri g<sup>-1</sup>, CUPRAC değerlerinin 231.4- 3083.3 uM Trolox eşdeğer g<sup>-1</sup>, DPPH tayininde IC<sub>50</sub> değerleri 0.0102- 3.4174 mg mL<sup>-1</sup> arasında olduğunu göstermektedir. Ekstreler, konsantrasyona bağlı bir biçimde hücre ölümüne neden olmuştur, IC<sub>50</sub> değerleri 3.67-10.2 ug mL<sup>-1</sup> arasında hesaplanmıştır. Sonuç olarak, kanser hücrelerdeki sitotoksik etkiler ve yüksek antioksidan kapasite, *J. brevicaulis*'in yeni ilaçların geliştirilmesinde önemli bir bitki olabileceğini göstermektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 24.04.2020

Kabul Tarihi : 07.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

*Jurinea brevicaulis*  
Antioksidan Kapasite  
Sitotoksikite

**To Cite :** Abudayyak M, Kanpolat Ş, Batur Ş, Ergene RS, Aliyazıcıoğlu R 2021. The Biological Activity; Cytotoxicity and Antioxidant Activity of *Jurinea brevicaulis*. KSU J. Agric Nat 24 (2): 278-284. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.772989>

### INTRODUCTION

Herbs are used in almost all cultures as remedies under different names like traditional therapy, complementary therapy, and natural therapy (Singh, 2015; Acibuca and Bostan Budak 2018). Recently, the interest in herbal remedies increases dramatically in both developing and developed countries. WHO reported that about 70-80% of people preferred herbs as primarily health care products (Maiti et al., 2011).

Reports show that the herbal medicinal preparations are more in demand than the main pharmaceutical products in Japan. It was estimated that more than 2.5 billion \$ of income of United States in the mid 90's was due to herbal medicine sales. Studies from China show that about 40% of total medical consumption is attributed to traditional medicines. Plant derived substances were also 39% of the prescriptions in Colombia (Jiménez et al., 2015; Singh, 2015).

Turkey is the intersection point of the eastern Iran-Turan, the southern Mediterranean and the humid Euro-Siberian geographical regions. The intermixture of these three phytogeographic regions has led to a rich vegetation and herbs diversity especially in Eastern of Anatolia (Ozgokece and Ozcelik 2004; Kilic et al., 2013). This flora diversity offered resources for Anatolian medicine-culture. Studies show that the vast majority of Turkish people especially how living in rural areas use herbs traditionally under the name of folk medicine practices. Some of these herbs have been used in the development of many drugs in modern medicine (Faydaloğlu, 2011; Polat et al., 2013).

*Jurinea brevicaulis* is a plant belonging to the Asteraceae family, the second largest family of Turkish flora, which has the largest number of species in Turkey's Flora. One of the most important breeds of

this family is *Jurinea Cass.* which contains about 200 species in total spread in Central Asia, Iran, Turkey and the Mediterranean basin. *J. brevicaulis* is one of the five *Jurinea* species endemic to Turkey (Dogan et al., 2011).

*Jurine abrevicaulis* is a perennial herbaceous plant that habitats on stony magmatic hills, steppes, and bare slopes at 1400-1900 m altitude. Its roots are erect and 15-20 cm in tall, the leaves attached to the stem and they are oblong-lanceolate at the base, petiolate in the middle, papillose-arachnoid at the top. The flowers are purplish-pink (Davis, 1975). *J. brevicaulis* grows in and around the Anatolian Dialogue, one of the major centers of endemism and considered as the hot spot of biodiversity in Turkey, and widely distributes in Erzincan and Gümüşhane provinces (Figure 1) (Tubives; Dogan et al., 2007; Gemici et al., 2008).

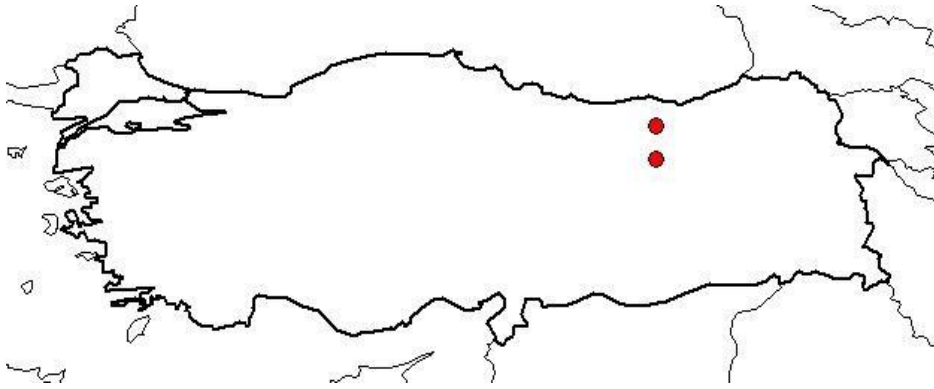


Figure 1: *J. brevicaulis*' distribution over Turkey. Herb spreads in Erzincan and Gümüşhane provinces (Tubives)  
Şekil 1: *J. brevicaulis*'in Türkiye'de dağılımı: Erzincan ve Gümüşhane illerinde yayılması (Tubives)

Previous studies show that *Jurinea* species have been used traditionally as aphrodisiac and in the treatment of eye infections, fever, gout and rheumatism (Singh et al., 2016); And have different biological activities as antioxidant and anti-lipid peroxidation (Shah et al., 2014; Taherkhani 2015, Ayad et al., 2017), antibacterial (Dwivedi and Wagay, 2014; Ayad et al., 2017), antifungal and DNA Protection Activity (Singh et al., 2016) and *in vitro* cytotoxic potential against cancerous cell lines (Taherkhani and Rustaiyan 2016). However, there is no studies evaluate the biological activity of Turkey endemic *J. brevicaulis*; Therefore, as a preliminary study of antineoplastic activity, the cytotoxicity and the antioxidant activity were evaluated for methanol, water, chloroform and ethyl acetate *J. brevicaulis* extracts. For that, MTT assay was used in cytotoxicity evaluation while Total Phenolic Content Determination (TPC), ferric reducing antioxidant power (FRAP), cupric reducing antioxidant capacity (CUPRAC), and 2,2-diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity assays were used to estimate the antioxidant activities.

## Material and Method

### Material

Acetic acid, acetonitrile, Dimethyl sulfoxide, Folin-Ciocalteu's, MTT dye, methanol, Trolox (6 hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman 2-carboxylic acid) and TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine) were purchased from Sigma Aldrich (St. Louis, MO, USA). All cell culture materials were purchased from Multicell Wisent (Quebec, Canada).

### Herbal Extraction

*Jurinea. brevicaulis* were collected in July 2017 from the Erzincan (Turkey) and identified by Professor Ali KANDEMİR. The voucher specimens were kept in the herbarium of Erzincan University, Faculty of Science (Herbarium number: 10958). The roots and aboveground parts were dried in the shade, powdered in the grinder. 25 g of powder was extracted with 100 mL methanol, water, chloroform or ethyl acetate with continuous stirring for 24 h at room temperature. The extracts filtered using filter paper (Whatman No. 1) and were concentrated by a rotary evaporator at 40°C under reduced pressure.

## Antioxidant Activity

### DPPH• Radical Scavenging Activity

DPPH radical scavenging activity is based on the antioxidant's DPPH cation radical scavenging capacity (Molyneux, 2004). For that, 0.75 mL of DPPH reagent (0.1 mM in methanol) was mixed with 0.75 mL of the sample or standard and vortexed vigorously, incubated in the room temperature and darkness for 50 mins. The discoloration of DPPH was measured

spectrophotometrically at 517 nm and the absorbances were plotted against the sample concentrations (mg mL<sup>-1</sup>) (Figure 2). Median scavenging percentage SC<sub>50</sub> values (mg sample per mL) were calculated using the equation obtained from the graph (Equation 1). Butylated hydroxytoluene (BHT) was used as a standard.

$$\text{Equation 1: } SC_{50} \text{ value} = ((y/2) - n) / m$$

$$\text{Eşitlik 1: } SC_{50} \text{ value} = ((y/2) - n) / m$$

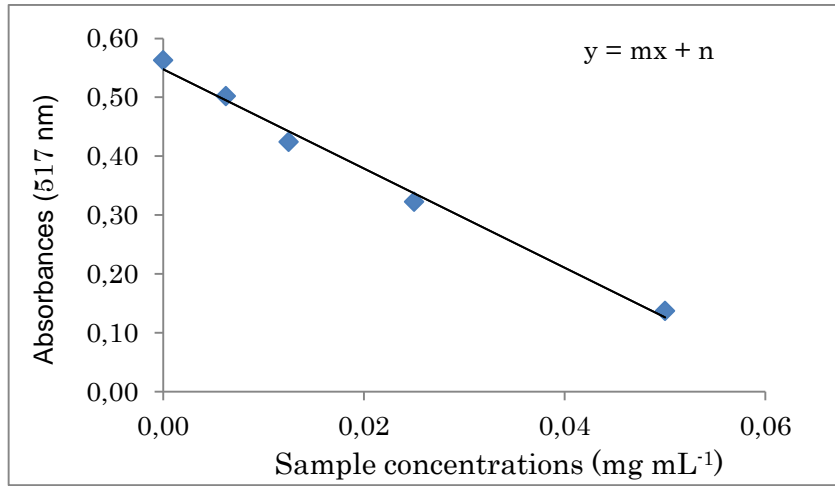


Figure 2: Example of a graph of absorbances against sample concentrations for DPPH• Radical Scavenging Activity

Şekil 2: DPPH• Radikal Temizleme Aktivitesi için absorbanlara karşı numune konsantrasyonlarına ait bir grafik örneği

### Total Phenolic Content (TPC)

The total phenolics amount in the extracts was estimated according to Folin-Ciocalteu procedure (Maiti et al., 2011). In alkaline medium, Folin-Ciocalteu reagent reacts with the phenolic compounds to form a blue colored complex, that could be measured by spectrophotometer. For that, 50 µL of the sample was mixed with 250 µL of 0.2 N Folin-Ciocalteu reagent and 750 µL of 7.5% sodium carbonate, incubated for 2 h at room temperature. Then the absorbance was measured at 765 nm spectrophotometrically. Gallic acid was used as a standard, and the total phenolics were expressed as µg of gallic acid equivalents (GAE) per g of sample.

### Ferric Ion Reducing Antioxidant Power (FRAP)

To estimate the iron reducing capacities of the extracts (Korkmaz et al., 2014). 0.05 mL of the extracts was mixed with 1.5 mL of the freshly prepared FRAP reagent (25 mL of 0.3 M acetate buffer at pH 3.6 mixed with 2.5 mL of 10 mM 2,4,6-tripyridyl-S-triazine (TPTZ) solution in 40 mM HCl and 2.5 mL of 20 mM FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O) and incubated at 25 °C for 20 minutes. Spectrophotometry at 595 nm was used to measure the absorbance. Trolox was used as standard, FRAP values

were expressed as µM Trolox equivalent per g (TE µM g<sup>-1</sup>) of sample.

### Cupric Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC)

Apak et al., (2006) method was used to investigate the reducing mass levels of antioxidant capacity (CUPRAC) of the extracts (Apak et al., 2006; Doğan et al., 2015). Briefly, 0.5 mL of the extracts was added to 1 mL of CuCl<sub>2</sub> solution (1.0x10<sup>-2</sup> M). After that, 1 mL of neocuproine solution (7.5x10<sup>-3</sup> M) and 1 mL of ammonium acetate buffer solution were added. The mixture incubated for 20 minutes at 25 °C. Spectrophotometer at 450 nm was used to measure the absorbance. The CUPRAC values were expressed as µM Trolox equivalent per gram of sample.

### Cytotoxic Activity (MTT Test)

The cytotoxic potential of *J. brevicaulis* was evaluated by MTT test which estimate the mitochondrial activity in the cells. In this test, the water soluble yellowish MTT dye metabolized to produce hydrophobic purple formazan crystals by the mitochondrial succinate dehydrogenase enzyme in the viable cells and the changes in color accept as a sign for the viability (Alley et al., 1988). For that, human lung cancer A549 cells (CRL-1571TM, ATCC®) were maintained in DMEM:



F12 Medium supplemented with 10% fetal bovine serum (FBS) and 1% penicillin, incubated at 37°C in 5% CO<sub>2</sub> humidified incubator. 96-well plates were used in this test and the cell density was 10<sup>3</sup> - 10<sup>4</sup> cells per well. The cells were exposed for 24 hours to *J. brevicaulis* extracts at concentrations between 3.12 - 100 µg mL<sup>-1</sup>. After that, 30 µL of MTT solution (5 mg mL<sup>-1</sup>) were added to each well, and incubated for further 2 hours. Whereupon, the supernatant was removed, and the formazan crystals were dissolved in 100 µL DMSO. The optical density (OD) of formazan product was read at 590 nm (reference wavelength was 670 nm) using a microplate reader. The percentage of enzyme inhibition was calculated compared to the solvent control (1% DMSO) according to the formula below. The results were expressed as median inhibition concentration (IC<sub>50</sub>), that the concentration of sample which responsible for a 50% inhibition of enzyme activity in the cells.

## RESULTS

### Antioxidant Activity

Several procedures are often used to elucidate the antioxidant potential of a substance or a complex mixture. For that, DPPH, CUPRAC, FRAP and TPC tests were used in this study to evaluate the antioxidant potential of *J. brevicaulis* extracts.

#### DPPH • Radical Scavenging Activity

Results indicate that all extracts have a concentration-dependent radical scavenging activity of DPPH and the SC<sub>50</sub> was calculated to be 0.0102 – 3.4174 mg mL<sup>-1</sup>. Compared to BHT ( SC<sub>50</sub> values were 0.0731, 0.0589 and 0.0325 at 1, 5 and 10 mg mL<sup>-1</sup> respectively) and the other extracts the SC<sub>50</sub> values indicate that methanol extract (at 10 mg mL<sup>-1</sup>) has the lowest SC<sub>50</sub> value (0.0102 ± 0.0008 mg mL<sup>-1</sup> ) and exhibits the highest antiradical activity against the DPPH free radical, while the chloroform extract of *J. brevicaulis* at a

concentration of 1 mg mL<sup>-1</sup> shows the lowest antiradical activity.

#### Total Phenolic Content (TPC)

The TPC of *J. brevicaulis* increases in concentration-dependent manner and ranges between 41.67 – 537.5 GAE µg g<sup>-1</sup> (Table 1). Methanol and water extracts TPC values were higher than ethyl acetate and chloroform extracts.

#### Ferric Ion Reducing Antioxidant Power (FRAP)

The FRAP *J. brevicaulis* extracts found to be concentration dependent. FRAP values were calculated to be between 109.52 – 1076.19 TE µM g<sup>-1</sup>. Methanol extract showed the highest antioxidant capacity, while chloroform extract had the lowest (Table 1).

#### Cupric Reducing Antioxidant Capacity

*J. brevicaulis* extracts gave a CUPRAC values with a total antioxidant capacity ranging between 231.43 and 3083.33 TE µM g<sup>-1</sup>. The antioxidant capacity was increased in a concentration dependent manner. Methanol extract showed higher antioxidant capacity than aqueous extracts. Both water and methanol extracts showed a higher activity than chloroform and ethyl acetate extracts.

#### Cytotoxic Activity

Different concentration between 3.12 – 100 µg mL<sup>-1</sup> *J. brevicaulis* extracts' were evaluated for the cytotoxic potential by MTT assay in A549 human lung cancer cells. Results indicate a concentration dependent cytotoxicity for all the extracts. IC<sub>50</sub> values calculated to be 3.67 – 10.19 µg mL<sup>-1</sup> (Table 2). Chloroform extract show the highest cytotoxicity while water extracts show the lowest.

Table 1. The antioxidant activities of *J. brevicaulis* extracts

*Çizelge 1. J. brevicaulis* ekstralarının antioksidan aktiviteleri

extracts	ekstreler	mg mL <sup>-1</sup>	TPC GAE µg g <sup>-1</sup>	FRAP (TE µM g <sup>-1</sup> )	CUPRAC (TE µM g <sup>-1</sup> )	DPPH (mg mL <sup>-1</sup> )
Methanol extract	Metanol ekstraktı	1	122.08 ± 1.61	410.48 ± 2.52	776.67 ± 2.19	0.3151 ± 0.0038
		5	321.25 ± 2.48	659.05 ± 4.25	2137.62 ± 7.64	0.0511 ± 0.0011
		10	537.50 ± 3.63	1076.19 ± 5.65	3083.33 ± 8.21	0.0102 ± 0.0008
Water extract	Su ekstraktı	1	56.67 ± 0.75	201.90 ± 1.09	748.10 ± 2.07	0.4721 ± 0.0045
		5	168.33 ± 1.97	519.52 ± 3.36	1699.52 ± 5.67	0.2618 ± 0.0024
		10	446.67 ± 2.93	949.05 ± 5.17	2236.67 ± 7.83	0.1420 ± 0.0023
ethyl acetate extract	Etil asetat ekstraktı	1	58.75 ± 0.59	117.62 ± 1.38	368.10 ± 2.03	2.6436 ± 0.0133
		5	166.25 ± 1.42	331.43 ± 2.47	532.86 ± 3.45	2.0135 ± 0.0102
		10	261.25 ± 1.50	578.57 ± 3.49	866.67 ± 4.31	1.5046 ± 0.0097
Chloroform extract	Kloroform ekstraktı	1	41.67 ± 0.61	109.52 ± 1.32	231.43 ± 2.30	3.4174 ± 0.0178
		5	158.33 ± 1.34	265.71 ± 2.43	292.86 ± 2.14	2.6067 ± 0.0132
		10	245.83 ± 2.31	452.86 ± 3.45	367.14 ± 3.26	2.0307 ± 0.0104

Table 2. The cytotoxic activity of *J. brevicaulis* by MTT test in A549 cell line.

*Çizelge 2. A549 hücre hattında MTT testi ile J. brevicaulis'in sitotoksik aktivitesinin değerlendirilmesi.*

Extract	Ekstreler	Concentration ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) (Konsantrasyon ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ))						
		3.125	6.25	12.5	25	50	100	IC <sub>50</sub>
Methanol	Metanol	41.47	56.56	70.25	73.40	75.15	77.32	5.22
Water	Su	36.38	46.42	61.21	64.77	70.44	82.80	10.19
Ethyl acetate	Etil asetat	36.67	55.02	67.35	72.39	83.22	84.43	5.55
Chloroform	Kloroform	42.85	60.96	74.42	77.03	84.07	84.87	3.67

## DISCUSSION

A high ratio of world's population uses the herbal medicinal products. In both the Eastern and Western cultures herbal products have been using as remedies for hundreds of years, Chinese medicine is an example for intensive use of herbs the treatment of many diseases including cancer (Chan, 2003; Lau et al., 2004; Pan et al., 2004).

People are exposed to the harmful effects of reactive oxygen species (ROS) by many sources. The endogenous defense system of the human body shows weak effects against ROS, depending on both aging and environmental factors. As a result, many of the components in the body are damaged causing the degenerative disease to appear. For this reason, the demand for exogenous antioxidants is gradually increasing in order to help the body to cope with oxidative stress (Zaporozhets et al., 2004).

Oxidative stress is known to be associated with many disorders and diseases such as cancer, atherosclerosis, aging, inflammation, Parkinson, and Alzheimer's (Gupta et al., 2014, Yalcin et al., 2017). ROS affects both membrane-bound protein kinases, growth factors and receptors, as well as causing signal transduction, oncogene activation, inactivation of suppressive genes and cancer formation (Yokus and Cakır, 2012). Polyphenolic compounds exhibit strong antioxidant properties. Thus, they can prevent the development of cancer by eliminating the harmful effects of ROS. Furthermore, flavonoids possess biomolecular activities such as apoptosis rate increase, cell proliferation inhibition, lipid peroxidation inhibition, angiogenesis inhibition, DNA oxidation inhibition (Chahar et al., 2011, Yalcin et al., 2017). Most of the *Jurinea* species are rich in flavonoids such as sesquiterpene lactones and triterpenes (Shah et al., 2014, Singh et al., 2016, Ayad et al., 2017). In phytochemical studies, *Jurinea* species have been found to contain flavonoids such as apigenin, catechin, caffeic acid and routine (Shah et al., 2014, Ayad et al., 2017), That known for their anticancer activities in various cancer cell lines (Yin et al., 1999, Wenzel et al., 2000, Chahar et al., 2011).

Taherkhania and Rustaiyan (2016) show that shirazolide extracted from *Jurinea leptoloba* show cytotoxicity in HeLA cells (IC<sub>50</sub> value was 2.8  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ). As the cytotoxicity in normal lymphocyte (IC<sub>50</sub>, 9202.2

$\mu\text{g mL}^{-1}$ ) was lower; they concluded shirazolide and so *J. leptoloba* are promising in antineoplastic chemotherapy development. In other study, Taherkhani (2015) evaluated the antioxidant and cytotoxicity of the essential oil of *J. leptoloba* DC; The results suggest *J. leptoloba* essential oil has moderate antioxidant as the TPC was 16.53 GAE  $\mu\text{g mg}^{-1}$  oil, DPPH IC<sub>50</sub> value was 24.50  $\text{mg mL}^{-1}$ , and could be used for anticancer development especially that the essential oil show cytotoxicity in Hela cells (IC<sub>50</sub> was 290.7  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) and normal lymphocyte (IC<sub>50</sub> 2901  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ).

*Jurinea dolomiaea* Roots were shown to have an antioxidant activity when evaluated by TPC and total flavonoid contents diverse antioxidant assays (Shah et al., 2014). In a study evaluated *Jurinea humilis* for the antimicrobial and antioxidant activities, it was indicated that *J. humilis* has a good antioxidant (DPPH assay IC<sub>50</sub> was 0.16  $\text{mg mL}^{-1}$ ; TPC, 169.14 GAE  $\text{mg g}^{-1}$ ) and antimicrobial properties because of the high amount of phenolic and flavonoid contents (Ayad et al. 2017). Similarly, *Jurinea dolomiaea* found to have antibacterial activity (Dwivedi & Wagay 2014). Öztürk et al (2011) evaluated the antibacterial, anticholinesterase and antioxidant activities of *Jurinea consanguinea* by TPC, total flavonoid contents, b-carotene bleaching and DPPH free radical scavenging assays. While their results indicated insignificant antibacterial activities compared with drugs in use, they highlighted a potent anticholinesterase and antioxidant activities. In this work, *J. brevicaulis* has been found to have antioxidant activity by TPC, FRAP, CUPRAC and DPPH Radical scavenging antioxidant activity determination assays. A difference in antioxidant activities between the extracts was detected, While the methanol extract has the higher activities, chloroform and ethyl acetate have lowest. Besides that, antioxidant activities for all extracts found to be concentration dependent. The results of cytotoxicity test show that *J. brevicaulis* extracts induced concentration-dependent cytotoxicity with IC<sub>50</sub> values arrange between 3.67-10.2  $\mu\text{g mL}^{-1}$ .

In conclusion, the cytotoxic effects in cancerous cells and the high antioxidant capacity indicates that *J. brevicaulis* could be an important herb in the developing of new drugs. In this context, more pharmacognostical, *in vivo* and *in vitro* studies are required to obtain the active compounds of *J.*

*brevicaulis*, investigate its pharmacological effects and to evaluate its safety.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by TÜBİTAK 2209A " University Students Domestic Research Projects Support Program " project number 1919B011800561.

## Author Contributions:

All authors contributed substantially to the manuscript and have met the criteria for authorship.

## Competing Interests:

The authors declare that there are any competing interests.

## REFERENCES

- Abudayyak M, Özdemir Nath E, Özhan G 2015. Toxic Potentials of Ten Herbs Commonly Used Aphrodisiac Effect in Turkey. *Turkish Journal of Medical Sciences* 44(3): 496-506.
- Acıbuca V, Bostan Budak D 2018. Dünya'da ve Türkiye'de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Yeri ve Önemi. *Çukurova Journal of Agricultural and Food Science* 33(1): 37-44.
- Alley MC, Scudiero DA, Monks A, Hursey ML, Czerwinski MJ, Fine DL, Abbott BJ, Mayo JG, Shoemaker RH, Boyd MR 1988. Feasibility of Drug Screening with Panels of Human Tumor Cell Lines Using a Microculture Tetrazolium Assay. *Cancer Research* 48: 589-601.
- Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Karademir SE, Erçağ E 2006. The Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity and Polyphenolic Content of Some Herbal Teas. *International Journal Food Science Nutrition* 57(5-6): 292-304.
- Ayad R, Çakmak YS, Özusağlam MA, Medjroubi K, Akkal S 2017. *In vitro* Antioxidant and Antimicrobial Activities of Aerial Parts of Algerian *Jurinea humilis* DC (Asteraceae). *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* 16(12): 2903-2909.
- Chahar MK, Sharma N, Dobhal MP, Joshi YC 2011. Flavonoids: A Versatile Source of Anticancer Drugs. *Pharmacognosy Reviews* 5(9): 1-12.
- Chan K 2003. Some Aspects of Toxic Contaminants in Herbal Medicines. *Chemosphere* 52(9): 1361-1371.
- Davis P 1975. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Volume 5* Edinburgh: Edinburgh University Press, 978-0-8522-42803. 890 pages.
- Doğan A, Tuzlacı E 2015. Tunceli'nin Bazı Yöresel Bitki Adları. *Eurasscience Journal* 3(2): 23-33.
- Doğan B, Duran A, Martin E, Hakkı EE 2011. Karyotype Analyses of the Species of the Genus *Jurinea* Cass. (Compositae) in Turkey. *African Journal of Biotechnology* 10(5): 722-729.
- Doğan B, Duran A, Hakkı EE 2007. Phylogenetic Analysis of *Jurinea* (Asteraceae) Species from Turkey Based on ISSR Amplification. *Annales Botanici Fennici* 44: 353-358.
- Dwivedi SD, Wagay SA 2014. Antimicrobial Activity of Leaf Extracts of *Jurinea dolomiaea* Plant Against Clinical and Phytopathogenic Bacteria. *Chemical and Process Engineering Research* 24: 9-13.
- Faydaoğlu E, Sürücüoğlu MS 2011. Geçmisten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 11(1): 52-67.
- Gemici Y, Tam K, Yıldırım H, Gemici M 2008. *Helichrysum yurterianum* (Asteraceae, Inuleae), A New Species from NE Anatolia, Turkey. *Annales Botanici Fennici*, 45(3): 223-228.
- Gupta RK, Patel AK, Shah N, Choudhary AK, Jha UK, Yadav UC, Gupta PK, Pakuwal U 2014. Oxidative Stress and Antioxidants in Disease and Cancer: A Review. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* 15(11): 4405-4409.
- Jiménez N, Carrillo-Hormazaa L, Pujol A, Álzate F, Osorioa E, Lara-Guzmana O 2015. Antioxidant Capacity and Phenolic Content of Commonly Used Anti-Inflammatory Medicinal Plants in Colombia. *Industrial Crops and Products* 70: 272-279.
- Kiliç O, Bağcı E 2013. An Ethnobotanical Survey of Some Medicinal Plants in Keban (Elazığ-Turkey). *Journal of Medicinal Plants Research* 7(23): 1675-1684.
- Korkmaz M, Kandemir A, Karacan S 2014. A Survey on Determining the Plant of Taxa Zetrin Spice Used in Kemaliye District (Erzincan, Turkey). *Bothalia* 44(3): 101-108.
- Lau CBS, Ho CY, Kim CF, Leunge KN, Fung KP, Tse TF, Chow MSS 2004. Cytotoxic Activities of *Coriolus versicolor* (Yunzhi) Extract on Human Leukemia and Lymphoma Cells by Induction of Apoptosis. *Life Science Journal* 75(7): 797-808.
- Maiti B, Nagori BP, Singh R, Kumar P 2011, Upadhyay N. Recent Trends in Herbal Drugs: A Review. *The International Journal of Drug Research and Technology* 1(1): 17-25.
- Molyneux P 2004. The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarın Journal of Science and Technology* 26(2): 211-219.
- Zaporozhets OA, Krushynska OA, Lipkovska NA, Barvinchenko VN 2004. A New Test Method for the Evaluation of Total Antioxidant Activity of Herbal Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(1): 21-25.
- Özgökçe F, Özçelik H 2004. Ethnobotanical Aspects of Some Taxa in East Anatolia (Turkey). *Economic Botany* 58(4): 697-704.
- Öztürk H, Kolak U, Meric C 2011. Antioxidant, Anticholinesterase and Antibacterial Activities of *Jurinea consanguinea* DC. *Records of Natural Products* 5(1): 43-51.

- Pan L, Chai H, Kinghom AD 2010. The Continuing Search for Antitumor Agents from Higher Plants. *Phytochemistry Letters* 3(1): 1-8.
- Polat R, Çakılcıoğlu U, Satıl F 2013. Traditional Uses of Medicinal Plants in Solhan (Bingöl-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 148(3): 951-963.
- Shah NA, Khan MR, Naz K, Khan MA 2014. Antioxidant Potential, DNA Protection, and HPLC-DAD Analysis of Neglected Medicinal *Jurinea dolomiaea* Roots. *BioMed Research International* 2014: 1-10.
- Singh P, Singh R, Sati N, Sati OP, Kumar N 2016. A Review of Genus: *Jurinea*. *International Journal of Life-Sciences Scientific Research* 2: 23-30.
- Singh R 2015. Medicinal Plants: A Review, *Journal of Plant Sciences* 3(1-1): 50-55.
- Taherkhani M 2015. Total Phenolic Content, Antioxidant Activity and *In vitro* Cytotoxicity of the Essential Oil of *Jurinea leptoloba* DC. *Journal of Medicinal Plants and By-products* 2: 171-178.
- Taherkhani M, Rustaiyan A 2016. Investigation of *In vitro* Cytotoxic, Mutagenic and Anti-mutagenic Effects of Shirazolide Extracted from *Jurinea leptoloba*. *Natural Product Research Formerly. Natural Product Letters* 30(23): 2743-2746.
- Turkish Plants Data Service (TÜBİVES), *Jurinea brevicaulis*. <http://www.tubives.com/> 11.07.2020.
- Wenzel U, Kuntz S, Brendel M D, Daniel H 2000. Dietary Flavone is A Potent Apoptosis Inducer in Human Colon Carcinoma Cells. *Cancer Research* 60(14): 3823-3831.
- Yalçın AS, Yılmaz AM, Altundağ EM, Koçtürk S 2017. Kurkumin, Kuersetin ve Çay Kateşinlerinin Anti-Kanser Etkileri. *Marmara Pharmaceutical Journal* 21: 19-29.
- Yin F, Giuliano AE, Van Herle AJ 1999. Growth Inhibitory Effects of Flavonoids in Human Thyroid Cancer Cell Lines. *Thyroid* 9(4): 369-376.
- Yokuş B, Çakır DU 2012. Kanser Biyokimyası. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 1(2): 7-18.





## Farklı Denizlerden Avlanan Hamsilerin (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus 1758) Mineral Madde İçeriği ve Ağır Metal Kontaminasyonu

Mehmet Emin ERDEM<sup>1</sup>, Bayram KÖSTEKLİ<sup>2\*</sup>, İrfan KESKİN<sup>3</sup>, Demet KOCATEPE<sup>4</sup>, Yalçın KAYA<sup>5</sup>

Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Ana Bilim Dalı, 57000, Sinop

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-3245-8177>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-4279-6257>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-4503-7299>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-9234-1907>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-1259-2336>

✉: [bkostekli@sinop.edu.tr](mailto:bkostekli@sinop.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada, Karadeniz (Sinop-Samsun kıyıları), Marmara Denizi (İstanbul kıyıları) ve Ege Denizi (İzmir kıyıları) olmak üzere 3 farklı denizden avlanan hamsinin mineral madde ve ağır metal içeriklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Hamsilerin mineral madde ve ağır metal kontaminasyon düzeyleri, indüktif eşleşmiş plazma emisyon spektroskopisi (ICP-MS) ile tespit edilmiştir. Ege Denizi, Marmara Denizi ve Karadeniz'den avlanan hamsilerin ortalama Na, Mg, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, Hg ve Pb içerikleri sırasıyla; 911.04, 975.24, 1181.87; 403.85, 420.45, 509.44; 265.55, 3534.09, 4274.65; 1056.81, 978.26, 1265.53; 0.57, 1.39, 1.55; 13.062, 10.29, 17.93; 0.88, 0.77, 1.31; 20.03, 15.79, 30.72; 0.63, 0.16, 0.14 ve <0.00, 0.03, 0.10 mg kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Farklı denizlerden avlanan balıkların Zn, Fe, As, Rb ve Cd içerikleri birbirlerinden farklıdır (p<0.05). Elde edilen ağır metal verileri genel olarak incelendiğinde, Ege Denizi'nden avlanan hamsilerin Hg içerikleri hariç diğer ağır metal içeriklerinin sağlık açısından sakıncalı olmadıkları belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 22.05.2020

Kabul Tarihi : 17.08.2020

### Anahtar Kelimeler

Hamsi

Mineral madde

Ağır metal

Kontaminasyon

Halk sağlığı

## Mineral Matter Content and Heavy Metal Contamination of Anchovy (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus 1758) captured from different seas

### ABSTRACT

Objective of this study was to determine the mineral and heavy metal contents of anchovy caught from 3 different regions, namely the Black Sea (Sinop-Samsun coast), Sea of Marmara (İstanbul coast) and the Aegean Sea (İzmir coast). Mineral material and heavy metal contamination levels in anchovy were determined by inductively coupled plasma emission spectroscopy (ICP-MS). The average Na, Mg, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, Hg and Pb content of the anchovies caught from the Aegean Sea, Sea of Marmara and the Black Sea respectively; 911.04, 975.24, 1181.87; 403.85, 420.45, 509.44; 265.55, 3534.09, 4274.65; 1056.81, 978.26, 1265.53; 0.57, 1.39, 1.55; 13.062, 10.29, 17.93; 0.88, 0.77, 1.31; 20.03, 15.79, 30.72; 0.63, 0.16, 0.14 and <0.00, 0.03, 0.10 mg kg<sup>-1</sup>. Overall, Zn, Fe, As, Rb, and Cd content of the fish caught from different seas were different from each other (p<0.05). When the heavy metal data obtained were analyzed in general, it was determined that the anchovy caught from the Aegean Sea were not objectionable in terms of health, except for the Hg content.

### Research Article

### Article History

Received : 22.05.2020

Accepted : 17.08.2020

### Keywords

Anchovy

Mineral matter

Heavy metals

Contamination

Public health

**Atıf İçin:** Erdem ME, Köstekli B, Keskin İ, Kocatepe D, Kaya Y 2021. Farklı Denizlerden Avlanan Hamsilerin (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus 1758) Mineral Madde İçeriği ve Ağır Metal Kontaminasyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 285-292. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.741633>.

**To Cite:** Erdem ME, Köstekli B, Keskin İ, Kocatepe D, Kaya Y 2021. Mineral Matter Content and Heavy Metal Contamination of Anchovy (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus 1758) captured from different seas. KSU J. Agric Nat 24 (2): 285-292. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.741633>.

### GİRİŞ

Balık ve diğer deniz ürünleri, insanların en eski besin kaynaklarının başında gelmektedir. Bitkisel kaynaklı besinlerin ıslahı ve hayvanların besin olarak

ehlileştirilmesinden çok önceki dönemlerde dahi kolay elde edilebilen, bu nedenle de en çok tüketilen besinlerin deniz ürünleri olduğu bilinmektedir. Su ürünlerinin kimyasal kompozisyonunda protein

miktarları genel olarak sığır, koyun, domuz etleri gibi kırmızı etlere ve kümes hayvanlarının etleri ile benzer iken (%18-22); yağ özellikle de yağ asitleri, mineral madde miktarları ve vitamin içerikleri yönünden önemli bir besin maddesidir (Baysal, 2002). Su ürünleri kaliteli protein içeriği, yüksek omega-3 oranı, çoklu doymamış yağ asitleri ve birçok vitamene sahip olması nedeniyle sağlıklı bir diyet için de gerekli görülmektedir (De Lorgeril ve ark., 1994).

Türkiye’de hem su ürünleri avcılığı hem de tüketimi açısından değerlendirildiğinde, hamsi birinci sırada gelmektedir. Hamsiler, Engraulidae ailesine ait olup, tropikal, subtropikal ve kısmen ılıman denizlerde yaşayan, kara sularında bir türü bulunan ve yumurtalarını orta derinlikte sulara bırakan kısa ömürlü balıklardır. Pelajik ve göçmen bir balık olup, ilkbahar başlangıcında ve sonbaharda büyük sürüler halinde sığ sulara, kışın Karadeniz’de 50-70m, Akdeniz’de 100-150m derinliğindeki sulara göçerler (Türksönmez ve Diler, 2019). Hamsi Karadeniz ve Marmara Bölgelerinde, yoğun avlandığı dönemlerde yüksek miktarlarda tüketilmektedir. Türkiye’de balık tüketimi AB ülkeleriyle kıyaslandığında oldukça düşük düzeydedir. TÜİK (2019) verilerine göre Türkiye’de; 2017 yılında yaklaşık 158,1 bin ton, 2018 yılında ise yaklaşık 96 bin ton hamsi avlanmıştır, aynı yıllarda ortalama kişi başına düşen balık tüketimi ise 5.49 ve 6.14 kg olarak kayıtlara geçmiştir (TÜİK, 2019).

Gelişen endüstri, nüfusun hızla artması ve aşırı tüketim gibi insanların sebep olduğu olumsuz etkilerden dolayı doğada geçmişten günümüze kadar devam etmekte olan dengeli ilişkiler, hızla bozulmaktadır (Türksönmez ve ark., 2017). Suların kirlenmesi, endüstriyel ve tarımsal atıkların sulara karışması gibi durumlarda, bazı ağır metaller, suda yaşayan canlıların yapısında birikmektedir ve bu da tüketicii doğrudan etkilemektedir. Böylece bu zarardan dolayı biyolojik sistemlerde çevresel bulaşan olarak bilinen metalik kirleticilerin düzeyi, bulaşmanın yoğun olduğu bölgelerde yaşayan hayvanlarda ve yetişen bitkilerde yüksek boyutlara ulaşmaktadır (Özturan ve Atasever, 2018). Yaşadıkları ortam ile etkileşim içerisinde olan su ürünleri, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik durumunda meydana gelen tüm değişikliklerden etkilenirler. Sonuç olarak karşılaşılan tüm bu değişimler vücutlarının fiziksel yapısına yansıdığı gibi kas ve iç organlarında da değişiklikler meydana getirir (Türksönmez ve Diler, 2019). Böylece, gıda zinciri boyunca sürekli artış gösterip birikerek, zincirin ilk halkasından başlayıp son halkasında bulunan insanlara kadar ulaşmaktadır (Özturan ve Atasever, 2018). Ağır metale maruz kalma durumuna göre kişilerin organlarında, sinir sisteminde ve iskelet yapısında çeşitli bozukluklar meydana gelebileceği, ayrıca bazı zehirlenme türleri ile de karşılaşabileceği bildirilmektedir (Boran, 2010; Andayesh ve ark., 2015;

Elal Muş ve Çetinkaya, 2017; Akalın, 2018). Ağır metaller çevre ile etkileşimi sonucunda çeşitli rahatsızlıklara sebep olmakta ve insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır (Keskin, 2019).

Günümüzde balıklardaki ağır metal kontaminasyonunun tespit edilmesine yönelik artan bir ilgi vardır (Bat ve Arici, 2018). Hamsilerde ağır metallerle ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır (Baltas ve ark., 2017; Bat ve ark., 2014; Güngör ve Kara 2018; Alkan ve ark., 2016);

Ağır metaller biyolojik etki değerlerine göre esansiyel ve esansiyel olmayan olarak sınıflandırılırlar. Çoğunlukla enzimatik bir tepkimede yardımcı olarak rol oynayan, organizma yapısında belirli bir derişimde bulunması gerekli olan vitamin ve hormonların bileşenlerinde bulunanlar yaşamsal olarak sınıflandırılırlar. Bunun aksine belirli bir derişimden (1-10 mg kg<sup>-1</sup>) sonra toksik olarak etki gösterirler (Fe, Hg, Cu, Zn, Ni ve Se). Buna karşın, yaşamsal olmayan ağır metaller, başlangıçtan itibaren toksik etki göstermekte ve çok düşük yoğunluklarda bile psikolojik yapıya etki ederek sağlık problemlerine yol açabilmektedirler (Özpolat ve Tuli, 2016). Özellikle Hg ve Cd, 0.001-0.1 mg kg<sup>-1</sup> gibi çok düşük oranlarda bile toksik olabilmektedir (Jarup, 2003; Bliefert, 2004; Nadal ve ark., 2008; Copat ve ark., 2018). Pb, Hg, Cd gibi ağır metaller suda çok az miktarlarda bulunmasına rağmen toksiktir. Ağır metallerin çoğunun 1 mg kg<sup>-1</sup>’i bile vücuda alındığında toksik etki yaratabilmektedir (Hu ve ark., 2003). Örneğin Cd ve Hg böbrek hastalıkları, yüksek tansiyon, kanser, karaciğer fonksiyon bozuklukları, işitme kaybı ve zihinsel işlev bozuklukları, kadınlarda ise üreme sistemi bozukluklarına sebep olmaktadır (Iwegbue, 2011). Bununla birlikte bu risklerin yanında dengeli bir diyetle balığın vazgeçilmez olduğu bilinmekte olup, pek çok araştırmacı tarafından deniz ürünlerinin faydalarının risklerinden çok daha fazla olduğu vurgulanmaktadır (FAO/WHO, 2011a; Larsen ve ark., 2011; Lund, 2013).

Bu çalışmanın amacı Türkiye’nin üç farklı denizindeki kıyılardan aynı ayda avlanan hamsinin mineral madde ve ağır metal içerikleri açısından karşılaştırılması ile halk sağlığı açısından değerlendirilmesidir.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Çalışmada 2017 yılı ekim ayında eşzamanlı olarak İzmir, İstanbul ve Samsun-Sinop kıyılarından (FAO bölge kodları; Karadeniz: (Sinop-Samsun Bölgesi) 37.4.2.1; Marmara (İstanbul bölgesi) 37.4.1; Ege (İzmir Bölgesi) 37.3.1) avlanan ortalama boy ve ağırlıkları Samsun-Sinop, İzmir ve İstanbul kıyıları için sırasıyla 10.68±0.10 cm ve 8.88±0.42 g, 12.27±0.10 cm ve 13.78±0.28 g, 12.21±0.13 cm ve 14.12±0.37 g olan

hamsiler (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus 1758) kullanılmıştır. Örneklem amacıyla, her birinden 12'şer kg olmak üzere toplamda 36 kg hamsi, teknelerden direkt tedarik edilmiştir. Balıklar buzlanarak soğuk zincir koşullarında frigorifik araçlarla Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi laboratuvarına ulaştırılmıştır. Laboratuvarında hamsilerin filetoları çıkarılmış ve homojenize edilerek analize hazır hale getirilmiştir.

### Mineral madde ve Ağır metal analizi

Spektroskopik yöntemle mineral madde tayini için yaş örnekler, kontrollü sıcaklıkta mikrodalga çözdürme ünitesi (Ethos D 260, Milestone Inc. Sorisole, Italy) kullanılarak asitle (7 ml %65HNO<sub>3</sub>, 1 ml %30 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: Merck, Darmstadt, Almanya) muamele edilmiştir. Çalışmada 28 elementin analizi (Makro elementler: Na, Mg, K, Ca; İz elementler: Li, Be, Al, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, Tl, Cd, Hg, Pb) İndüktif Eşleşmiş Plazma- Kütle Spektrometresi (ICP-MS) (Agilent Technologies / 7700X ICP-MS Systems) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analitik kalite kontrol ise Agilent referans materyaller (Std. 1: Agilent 8500-6940 2A (10 mg kg<sup>-1</sup> in %5 HNO<sub>3</sub>): Li, Be, Na, Mg, K, Ca, Rb, Sr, Cs, Ba, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Al, Ga, As, Se, Tl, Pb; Std. 2: Agilent 8500-6940 Hg (10 mg kg<sup>-1</sup> in %5 HNO<sub>3</sub>): Hg) kullanılarak sağlanmıştır. Çalışma sonuçları mg kg<sup>-1</sup> yaş ağırlık olarak verilmiş olup metallerin tespit limitleri sırasıyla; Li: 0.1132, Ga: 0.02863, Be: 0.002037, As: 0.6655, Na: 0.3834, Se: 0.2816, Mg: 0.07421, Rb: 0.002855, K: 0.7839, Ag: 0.04828, Ca: 8.166, Cd: 0.004838, V: 0.02506, Sb: 0.01398, Cr: 0.02936, Cs: 0.002211, Fe: 0.1959, Hg: 0.03357, Co: 0.006183, Pb: 0.003045, Ni: 0.05721, U: 0.002152, Cu: 0.06849, Al: 0.426, Mn: 0.03901, Zn: 2.676, Sr: 0.01669, Ba: 0.03248' dir (Milestone, 2018).

### Halk sağlığı Risk Analizleri

#### Metal Kirlilik Endeksi (Metal Pollution index –MPI)

Metal kirlilik endeksinin hesabında balık etinde bulunan tüm iz element içerikleri göz önünde tutulmuştur. Bu endeks iz elementlerin geometrik ortalamalarının alınması ile hesaplanmaktadır (Usero ve ark., 1997).

$$MPI = (C_1 \times C_2 \times \dots \times C_n)^{1/n}$$

Çizelge 1. Farklı bölgelerden avlanan hamsilerde makro element içerikleri (mg kg<sup>-1</sup> yaş ağırlık).

Table 1. Macro element contents in anchovies captured from a different region (mg kg<sup>-1</sup> wet wt.).

Makro Elementler (Macro Elements)	Ege Denizi (The Aegean Sea)	Marmara Denizi (Sea of Marmara)	Karadeniz (The Black Sea)
Na	911.04±0.44 <sup>a</sup>	975.24±0.48 <sup>b</sup>	1181.87±1.37 <sup>c</sup>
Mg	403.85±0.37 <sup>a</sup>	420.45±0.79 <sup>b</sup>	509.44±0.65 <sup>c</sup>
K	2655.48±0.00 <sup>a</sup>	3534.09±0.00 <sup>b</sup>	4274.65±1.17 <sup>c</sup>
Ca	1056.81±0.00 <sup>b</sup>	978.26±3.54 <sup>a</sup>	1265.53±2.12 <sup>c</sup>

a, b, c →: Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen gruplar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05) (n=6).

Çizelge 2. Farklı bölgelerden avlanan hamsilerin iz element içerikleri (mg kg<sup>-1</sup> yaş ağırlık).

C<sup>n</sup>, balık eti içerisindeki iz elementlerin konsantrasyonudur (mg/kg)

### Tahmini Haftalık Alım (EWI -Estimated weekly intake)

Tahmini haftalık alım miktarı, 2017 yılında tüketilen Türkiye ortalaması üzerinden, 70 kg ağırlığındaki bir kişi için balık eti içinde bulunan ilgili element miktarlarının hesaplanmasıyla hesaplanmıştır (2017 yılında 5.49 kg / kişi / yıl; 0.106 kg / kişi / haftalık) (TUİK, 2018). Tahmini haftalık alım miktarı hesabında Marengo ve ark. (2018) tarafından verilen eşitlik kullanılmıştır.

$$EWI = (CM \times IRW) / BW$$

CM = Balık eti iz element konsantrasyonu (mg.kg<sup>-1</sup>)

IRW = Haftalık alım oranı (kg)

BW = Vücut ağırlığı (kg), (70 Kg)

Halk sağlığı risklerini değerlendirmek için haftalık balık alımı, FAO/WHO Gıda Katkıları Uzman Komitesi (FAO/WHO) tarafından önerilen Geçici Tolere Edilebilir Haftalık Alım (PTWI- provisional tolerable weekly intake) ile karşılaştırılmıştır (FAO/WHO, 2011b).

### İstatistiksel analizler

Araştırma sonunda elde edilen veriler Minitab Release 17 paket programı kullanılarak, ANOVA ile değerlendirilmiş, Farklı deniz kıyılarından avlanan balıklardaki element düzeyleri ve elementler arasındaki farklılıklar karşılaştırılmıştır ve önem derecesinin belirlenmesinde Tukey testi (P<0.05) kullanılmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2007). Şekil ve çizelgeler MS Office 2018 yazılımları kullanılarak hazırlanmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Grupların makro element bulguları ort.±std. hata olarak, Çizelge 1'de, iz element bulguları Çizelge 2'de, ağır metal bulguları ise Çizelge 3'te verilmiştir.

İzmir kıyısı, İstanbul kıyısı ve Sinop-Samsun kıyısından avlanan hamsilerin Ca, Mg, K ve Na içerikleri sırasıyla 1056.81±0.00, 978.26±3.54, 1265.53±2.12; 403.85±0.37, 420.45±0.79, 509.44±0.65; 2655.48±0.00, 3534.09±0.00, 4274.65±1.17 ve 911.04±0.44, 975.24±0.48, 1181.87±1.37 mg kg<sup>-1</sup> yaş

Table 2. Trace element contents of anchovies captured from different regions (mg kg<sup>-1</sup> wet wt.).

İz elementler (Trace Element)	Ege Denizi (The Aegean Sea)	Marmara Denizi (Sea of Marmara)	Karadeniz (The Black Sea)
Zn	20.03±0.11 <sup>b</sup>	15.80±0.07 <sup>c</sup>	30.72±0.05 <sup>a</sup>
Fe	13.6±0.01 <sup>b</sup>	10.29±0.06 <sup>c</sup>	17.93±0.11 <sup>a</sup>
As	9.33±0.05 <sup>a</sup>	1.75±0.01 <sup>c</sup>	2.17±0.01 <sup>b</sup>
Sr	2.93±0.04 <sup>a</sup>	2.83±0.09 <sup>a</sup>	2.86±0.06 <sup>a</sup>
Al	1.44±0.04 <sup>b</sup>	1.16±0.09 <sup>b</sup>	2.27±0.02 <sup>a</sup>
Cu	0.88±0.01 <sup>a</sup>	0.77±0.01 <sup>a</sup>	1.31±0.01 <sup>b</sup>
Mn	0.57±0.02 <sup>b</sup>	1.39±0.01 <sup>a</sup>	1.55±0.04 <sup>a</sup>
Rb	0.67±0.01 <sup>c</sup>	0.80±0.02 <sup>b</sup>	1.03±0.02 <sup>a</sup>
Se	0.48±0.03 <sup>a</sup>	0.37±0.01 <sup>a</sup>	0.63±0.03 <sup>a</sup>
Ba	0.31±0.01 <sup>a</sup>	0.20±0.00 <sup>a</sup>	0.21±0.01 <sup>a</sup>
Li	0.20±0.01 <sup>b</sup>	0.40±0.02 <sup>a</sup>	0.24±0.01 <sup>b</sup>
Ni	0.14±0.22 <sup>b</sup>	0.13±0.23 <sup>b</sup>	0.65±0.52 <sup>a</sup>
Co	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>a</sup>
Cr	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>
Ag	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.04±0.00 <sup>b</sup>

a, b, c, →: Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen gruplar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05) (n=6).

Çizelge 3. Farklı bölgelerden avlanan hamsilerin toksik metal içerikleri (mg kg<sup>-1</sup> yaş ağırlık)

Table 3. Toxic metal contents of anchovies obtained from the Aegean Sea, Sea of Marmara and the Black Sea (mg kg<sup>-1</sup> wet wt.).

Mineral Madde (Mineral Matter)	Ege Denizi (The Aegean Sea)	Marmara Denizi (Sea of Marmara)	Karadeniz (The Black Sea)	Kabul Edilebilir sınır (Acceptable limit)
Cd	0.03±0.00 <sup>c</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.02±0.00 <sup>b</sup>	0,05 <sup>I</sup> / 0,25 <sup>II</sup>
Hg	0.63±0.01 <sup>b</sup>	0.16±0.00 <sup>a</sup>	0.14±0.00 <sup>a</sup>	0,5 <sup>I</sup> / - <sup>II</sup>
Pb	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>b</sup>	0,3 <sup>I</sup> / - <sup>II</sup>

a, b, c, →: Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen gruplar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05) (n=6).

I: Türk Gıda Kodeksi (2011), II: EU (2014)

ağırlık olarak tespit edilmiştir. Yapılan analizlerde Sinop-Samsun kıyısından avlanan hamsinin makro element içerikleri diğer kıyılardan avlanan hamsilerden önemli ölçüde yüksek bulunmuştur (P<0.05). EU (2011) ve Agency for Healthcare Research and Quality (2013)'e göre (AHRQ); Ca'un Beslenme Referans Değeri (BRD) 800-1000 mg gün düzeyindedir, farklı bölgelerden avlanan hamsilerin Ca içeriği oldukça yüksek düzeydedir. Mg için ise bu değer 375 mg gün olup, hamsilerin Mg içerikleri de yoğundur.

Yapılan iz element analizi sonucunda Tl, V, Cs, Sb, U, Ga ve Be tespit edilebilir limit değerlerin altında bulunmuştur. Farklı deniz kıyılarından avlanan hamsilerin iz element içerikleri incelendiğinde sırasıyla Zn>Fe>As>Sr>Al içeriklerinin diğer iz elementlere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tüm grupların Zn, Fe ve As içeriği istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05). Buna karşın Sr, Ba, Co ve Cr içerikleri birbirleri ile benzer bulunmuştur (P>0.05). EU (2011), JEFCA (2003) ve Department of Enviromental Affairs (2010) Ni, Zn, Fe, As, Mn, Se, Cu ve Co'nun Beslenme Referans Değeri'ni sırasıyla; 0.2, 10, 8, 0.03, 0.24, 0.05, 0.4 ve 0.1 mg gün olarak bildirmişlerdir. Bu değerler göz önünde tutulduğunda; 100 g tüketilen Karadeniz hamsisini yetişkin bir bireyin günlük alınması gereken Ni

ihtiyacının tamamını karşıladığı görülmektedir.

Yunanistan kara sularından avlanan hamsilerin (Sofoulaki ve ark., 2019) Fe ve Zn içerikleri bu çalışmada incelenen Ege Denizi İzmir kıyısından avlanan hamsi ile benzerdir. Yüksek Zn alımının Cu toksitetisini azalttığı bildirilmiştir (Yuan ve ark., 2016). Gruplar arasında en yüksek Cu ve Zn içeriği Karadeniz'de Sinop-Samsun kıyısından avlanan hamside tespit edilmiştir (P<0.05). Yüksek Zn içeriği bağışıklık sistemini destekleyici özellikte olup, Sinop-Samsun kıyısından avlanan hamsisinin içerdiği Zn oranının diğer bölgelere kıyasla oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir. Yılmaz ve Öktem (2007) ton balıkları üzerine yaptıkları bir çalışmada Zn miktarını 12.64 ve 20.47 mg kg<sup>-1</sup> arasında, Capar ve Yess (1996) Amerika'da farklı su ürünlerinde ortalama Zn miktarını 17 mg kg<sup>-1</sup> olarak, Dalman ve ark. (2006) güney Ege'den avlanan balıklarda ise Zn'nun 0.5 ve 7.2 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada tespit edilen değerler yapılan çalışmalardaki Zn değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Cr insan sağlığı açısından önemli bir mineral maddedir, özellikler insulün fonksiyonun düzenlenmesi ve yağ metabolizmasında kilit rol almaktadır (Ahmed ve ark., 2015). Doğu Avustralya



Gıda ve İlaç mevzuatında önerilen maksimum Cr alımının 5.5 mg kg<sup>-1</sup> olması gerektiği vurgulanmaktadır (Plaskett ve Potter, 1979). Çalışmada maksimum Cr miktarı Sinop-Samsun kıyısından avlanan hamsisinde belirlenmiş olup, diğer gruplar ile arasında istatistiksel fark saptanmamıştır ( $P>0.05$ ).

Güngör ve Kara (2020) yaptıkları bir çalışmada Marmara hamsisinin Se, Cu, Ni ve Fe içeriğini sırasıyla; 0.12, 0.22, 0.03 ve 0.98 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirmiş olup, elementlerin içerikleri bu çalışmada elde edilen sonuçlarla farklılık göstermektedir.

Hg, Cd ve Pb gibi toksik olan metallerin insan sağlığı üzerinde hiçbir yararlı etkisi yoktur (Bat, 2019). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO), toksik metallerin sınır değerlerini; Hg için 0.5, Cd için 0.1-0.5, Pb için 1 mg kg<sup>-1</sup>; Fe ve Cu için ise 20 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirilmiştir. Bunların dışındaki ağır metallerin ise 1 mg kg<sup>-1</sup>'i geçmemesi gerektiği ifade edilmiştir (FAO/WHO, 1986).

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'ne göre (TGK, 2011), balık ürünlerinde izin verilen maksimum civa, kadmiyum ve kurşun değerleri sırasıyla 0.50, 0.30 ve 0.050 mg/kg yaş ağırlık olarak bildirilmiştir.

Yapılan analiz sonuçlarına göre, Ege Denizi İzmir kıyısından avlanan hamsilerin Hg içeriğinin limit değerleri aştığı ve diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Nisbet ve ark. (2010)'da yaptıkları çalışmada Orta Karadeniz Bölgesi'nden avlanan hamsi balıklarında Hg tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Benzer olarak Karadeniz'den avlanan hamsi balığının ağır metal içeriğinin incelendiği çalışmalarda, insan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadığı bildirilmiştir (Aygün ve Abanoz, 2011; Bat ve ark., 2014). Bat ve ark. (2013), hamsi balığının civa miktarını 0,09-0,26 µg metal g<sup>-1</sup>, kadmiyum miktarını ise 0.09-0.17 µg metal g<sup>-1</sup> olarak bildirmişlerdir. Türksönmez ve ark. (2017), Marmara bölgesinde avlanan hamsinin mevsimsel olarak ağır metal içeriğini incelemişler ve elde ettikleri sonuçlara göre çıkan değerlerin, ulusal ve uluslararası standartların belirttiği limitleri aşmadığını rapor etmişlerdir. Türkmen ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada Ege ve Sinop'tan avlanan hamsilerin Cd düzeylerinin 0.02-0.07 arasında değiştiğini, İskenderun Körfezinde avlanan hamsilerde bu değerlerin 0.20 ve 0.55 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğunu ifade etmişlerdir Ünsal ve ark. (1993), İnebolu'dan alınan hamsi örneklerinde Hg değerini 0.03 mg kg<sup>-1</sup>, Cu 0.51 mg kg<sup>-1</sup> arasında, Pb ise 0.02-0.045 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Yapılan bazı çalışmalarda balıkların Hg miktarlarını 0.07-0.47 mg kg<sup>-1</sup> (Yılmaz ve Öktem 2007), 0.02-0.74 mg kg<sup>-1</sup> Ikem ve Egiebar (2005) ve 0.01-0.25 mg kg<sup>-1</sup> Stange ve ark. (1996) olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada tespit edilen değerler yapılan diğer

araştırmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bat ve ark. (2014), Karadeniz'de İnebolu, Sinop ve Trabzon'u kapsayan bölgelerden avlanan hamsilerin ağır metal içeriğini incelemişler, hamsinin yenilebilir kısımlarında Cu, Hg, Cd ve Pb'nin tespit edilmediğini bildirmişlerdir.

Yılmaz ve Öktem (2007) yaptıkları ton balıkları üzerine yaptıkları bir çalışmada balıklarda Pb değerini 0.058-0.0863 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulmuşlar, Tayvan'da Lin ve ark. (2004) su ürünlerindeki araştırmalarında Pb 0.17 mg kg<sup>-1</sup> bulmuşlar, Capar ve Yess (1996) su ürünlerindeki Pb miktarını 0.27 mg kg<sup>-1</sup> tespit etmişlerdir. Bu çalışmada tüm bölgelerden avlanan hamsilerin Pb içeriği verilen literatürlere kıyasla oldukça düşüktür.

Bat ve ark. (2020) Karadeniz hamsisinin Cd, Hg ve Pb içeriğinin sırasıyla 0.033, 0.055 ve 0.09 mg kg<sup>-1</sup> olarak bildirmiştir. Çalışmada bulunan Pb içeriği ile bu çalışma ile benzer, Hg içeriği yüksek, Cd içeriği ise daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, hamsideki toksik metal düzeylerinin genellikle daha düşük veya son incelemelerdekilere benzer olduğu görülmektedir (Bat, 2017a; Bat, 2017b; Bat ve Arıcı, 2018).

Farklı deniz kıyılarından avlanan hamsilerin MPI ve EWI değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. MPI, doku kontaminasyon derecesini değerlendirmek için kullanılır; endeks ne kadar yüksek ise, kontaminasyon o kadar fazladır (Usero ve ark., 1997). Çalışmada farklı denizlerden avlanan hamsilerin MPI değerlerin 1'in altında bulunmuştur. JEFCA (FAO/WHO Gıda Katkıları Uzman Komitesi) vücutta birikebilecek kirleticiler için PTWI (Geçici Toleranslı Haftalık Alım) terimini kullanır. Herrman ve Younes (1999) birçok maddenin vücuttan atılmadığını, bu nedenle geçici tolerans haftalık alım oranlarının kullanıldığı bildirmektedir. Tabloda FAO/WHO (2011b) tarafından, haftalık balık tüketimi göz önünde tutularak hazırlanan bazı iz elementlerin PTWI değerleri ile farklı denizlerden avlanan hamsilerin EWI değerleri verilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde üç denizden avlanan hamsi balıklarının EWI değerlerinin önerilen PTWI değerlerinden daha düşük olduğu, insan sağlığı açısından risk taşımadığı söylenmiştir.

## SONUÇ

Farklı su kaynaklarında ve farklı su ürünlerinde mineral madde ve ağır metal içerikleri ile ilgili yapılan çalışmalar, değerlerin kabul edilebilir sınır değerleri içerisinde kaldığını göstermektedir. Genel anlamda yapılan araştırmalarda, özellikle hamsi gibi göçmen ve pelajik balıkların mineral madde açısından zengin oldukları ve genel anlamda risk taşımayacak düzeyde ağır metal içerdikleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada

da benzer olarak İzmir kıyılarından, İstanbul kıyılarından ve Sinop-Samsun kıyılarından avlanan hamsilerde ağır metaller açısından sadece İzmir kıyılarından avlanan hamsilerin Hg içerikleri hariç, risk tespit edilmemiştir. Türkiye denizlerinden avlanan pelajik balıkların kas dokularında ağır metal seviyelerinin düşük olması, bu kıyılardan en azından

şimdilik güvenli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte endüstrileşmenin hızla geliştiği dünyada, çevre kirliliği ile birlikte Türkiye denizleri de hızlı bir şekilde kirlenmektedir. Kirlilik konusunda çevreye karşı son derece duyarlı olunmalı, her türlü önlemler alınmalı ve kaynakların korunması için çalışılmalıdır.

Çizelge 4. Farklı denizlerden avlanan hamsilerin MPI ve EWI değerleri.

Table 4. MPI and EWI values of anchovy fishing from different seas.

Elementler (Elements)	Ege Denizi (The Aegean Sea)		Marmara Denizi (Sea of Marmara)	Karadeniz (The Black Sea)
	PTWI*	EWI**	EWI**	EWI**
As	1050.00	14.13	2.65	3.29
Cd	490.00	0.05	0.02	0.03
Cr	44.59	0.05	0.05	0.06
Cu	245.00	1.33	1.17	1.98
Fe	392.00	20.59	15.58	27.15
Pb	1750.00	0.00	0.05	0.15
Zn	490.00	30.33	23.93	46.52
<b>Metak Kirlilik Endeksi (Metal Pollution Index)</b>		0.47	0.32	0.51

\*PTWI: 70 kg ağırlığındaki bir yetişkin için verilmiştir (µg/hafta/70 kg vücut ağırlığı).

\*\*EWI: 70 kg ağırlığındaki bir yetişkin için verilmiştir (µg/week/70 kg vücut ağırlığı) (FAO/WHO 2011b)

### Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar makalelerinde, sonuçları veya yorumları etkileyebilecek herhangi bir maddi veya diğer asli çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

Ahmed MK, Shaheen N, Islam MS, Habibullah-al-Mamun M, Islam S, Mohiduzzaman M, Bhattacharjee L 2015. Dietary intake of trace elements from highly consumed cultured fish (*Labeo rohita*, *Pangasius pangasius* and *Oreochromis mossambicus*) and human health risk implications in Bangladesh. *Chemosphere*, 128: 284-292.

AHRQ, 2013. Investigators: Stephen P Fortmann, MD, Brittany U Burda, MPH, Caitlyn A Senger, MPH, Jennifer S Lin, MD, MCR, Tracy L Beil, MS, Elizabeth O'Connor, PhD, and Evelyn P Whitlock, MD, MPH. Vitamin, Mineral, and Multivitamin Supplements for the Primary Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer, A Systematic Evidence Review for the U.S. Preventive Services Task Force, Evidence Syntheses, No. 108. Report No:14-05199-EF-1.

Akalın, S. 2018. Farklı İçeriğe Sahip Konserve Balıkların Ağır Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık

Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 124s.

Alkan N, Alkan A, Gedik, K 2016. Assessment of Metal Concentrations in Commercially Important Fish Species in Black Sea. *Toxicology and Industrial Health*, 32(3): 447-456.

Andayesh S, Hadiani MR, Mousavi Z, Shoeibi S 2015. Lead, cadmium, arsenic and mercury in canned tuna fish marketed in Tehran, Iran. *Food Addit Contam Part B Surveill*. 8(2):93-8.

Aygün SF, Abanoz FG 2011. Determination of heavy metal in anchovy (*Engraulis encrasicolus* L 1758) and whiting (*Merlangius merlangus euxinus* Nordman, 1840) fish in the Middle Black Sea. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Der.*,17:145-152.

Baltas H, Kiris E, Sirin, M 2017. Determination of Radioactivity Levels and Heavy Metal Concentrations in Seawater, Sediment and Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) from the Black Sea in Rize, Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 116(1-2): 528-533.

Bat L, Sezgin M, Gökkurt Baki O, Üstün F, Şahin F 2013. Determination of Heavy Metals in Some Commercial Fish from the Black Sea Coast of Turkey. *Walailak J Sci and Tech.*,10: 581-589.

Bat L, Kaya Y, Öztekin HC 2014. Heavy Metal Levels in the Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) as Biomonitor and Potential Risk of Human Health, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 14: 845-851.

Bat L 2017a. The Contamination Status of Heavy Metals in Fish from the Black Sea, Turkey and

- Potential Risks to Human Health. In: Sezgin, M., Bat, L., Ürkmez, D., Arıcı, E., Öztürk, B. (Eds.) Black Sea Marine Environment: The Turkish Shelf. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publ. No:46, Istanbul, TURKEY. pp. 322-418.
- Bat L 2017b. Pollution and Fishing. In: Black Sea and Fishing Workshop Book/ M. Sezgin, F. Şahin, U. Özsandıkçı (Eds). University of Sinop 13. Bilimsel Yayın. Şimal Ajans. Pp:17-54.
- Bat L, Arıcı E 2018. Heavy metal levels in fish, molluscs, and crustacea from Turkish seas and potential risk of human health. In Food Quality: Balancing Health and Disease 159-196p. Elsevier Inc., Academic Press: UK.
- Bat L 2019. One Health: The Interface Between Fish and Human Health. Current World Environment. 14(3):355-357.
- Bat L, Arıcı E, Öztekin A, Şahin F 2020. Toxic Metals in *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) from The Coastal Waters of Sinop in The Black Sea. *Ecological Life Sciences*, 15(1): 9-14.
- Baysal A 2002. Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
- Bliefert C 2004. Umweltchemie. Auflage, Wiley-UCH, 487 pp.
- Boran M, Altınok I 2010. A review of heavy metals in water, sediment and living organisms in the Black Sea. Turk J Fish Aquat Sci 10 (4):565-572
- Capar SG. Yess NJ 1996. US Food and Drug Administration survey of cadmium lead and other elements in clams and oysters. Food Addit. Contam. 13(5): 553-560.
- Copat C, Grasso A, Fiore M, Cristaldi A, Zuccarello P, Santo Signorelli S, Ferrante M 2018. Trace elements in seafood from the Mediterranean sea: An exposure risk assessment. Food and chemical toxicology, 115: 13-19.
- Dalman Ö, Demirak A, Balcı A 2006. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the Southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. Food Chemistry 95:157-162.
- De Lorgeril M, Renaud S, Salen P, Monjaud I, Mamelle N, Martin JL, Monjaud I, Guidollet J, Touboul P, Delaye J 1994. Mediterranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. The Lancet, 343(8911): 1454-1459.
- Department of Enviromental Affairs 2010. The Framework for the Management of Contaminated Land. South Africa. Retrived from: <http://sawic.environment.gov.za/documents/562.pdf>.
- Elal Muş T, Çetinkaya F 2017. Su Ürünleri Kaynaklı Gıda Zehirlenmeleri. Türkiye Klinikleri J. Food Hyg. Technol.-Special Topics, 3(3):200-205.
- EU (European Union) 2011. European Union Regulation (EU) No. 1169/2011 of the European parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers Official Journal of the European Union L, 304:18-63
- EU (European Union) 2014. Commission Regulation. No. 488/2014 of 12 May 2014 Amending Regulation (EC) No: 1881/ 2006 as Regards Maximum Levels of Cadmium in Foodstuffs, L. 138/75.
- FAO/WHO 1986. Food Contamination and Monitoring Programme for Codex, Comitee of Food Addives. WHO/EHE/FOS/86.
- FAO/WHO 2011a. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (Geneva, World Health Organization)
- FAO/WHO, 2011b. Evaluation of certain food additives and contaminants: Seventy-third [73<sup>rd</sup>] Report of the Joint FA.
- Güngör A, Kara, D 2018. Toxicities and Risk Assessment of Heavy Metals of the Six Most Consumed Fish from the Marmara Sea. Environmental Science Pollution Research, 25: 2672-2682.
- Güngör A, Kara D 2020. Investigation of Seasonal and Cooking effects on the bioaccessibility of elements in most consumed fish in turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 20(5): 375-386.
- Herrman JL., Younes M. 1999. Background to the ADI/TDI/PTWI. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 30: 109-113.
- Hu FB, Cho E, Rexrode KM 2003. Fish and Long-Chain n-3 Fatty Acid Intake and Risk of Coronary Heart Disease and Total Mortality in Diabetic Women. Circulation 107:1852-1857.
- Ikem A, Egiebor NO 2005. Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). Journal of Food Composition and Analysis 18: 771-787.
- Iwegbue CM 2011. Assessment of heavy metal speciation in soils impacted with crude oil in the Niger Delta, Nigeria. Chemical Speciation & Bioavailability, 23(1): 7-15.
- Jarup L 2003. Hazards of heavy metal contamination. Br Med Bull. 68:167-82.
- JEFCA 2003. Joint Food and Agriculture Organization/World Health Organization Expert Committee on Food Additives. Summary and Conclusion of the 61<sup>st</sup> Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives., JEFCA/61/ Sc., Rome, Italy, 1-22pp.
- Keskin İ 2019. Farklı Paketleme Tekniklerinin Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Marinatı Üzerine Uygulanabilirliği ve Kalitelerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 198s.
- Larsen R, Eilertsen KE, Elvevoll EO 2011. Health benefits of marine foods and ingredients. Biotechnol. Adv., 29(5): 508-518.

- Lin Q, Chen YX, He YF, Tian GM 2004. Root-induced changes of lead availability in the rhizosphere of *Oryza sativa* L. *Agric. Ecosyst. Environ.* 104 : 605–613/10.1016/j.agee.2004.01.001"
- Lund EK 2013. Health benefits of seafood; is it just the fatty acids? *Food chemistry*, 140(3): 413-420.
- Marengo M, Durieux, EDH, Ternengo S, Lejeune P, Degrange E, Pasqualini V, Gobert S. 2018. Comparison of elemental composition in two wild and cultured marine fish and potential risks to human health. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 158:204-212.
- Milestone 2018. Milestone SK-10 High Pressure Rotor Application Notes.
- Nadal M, Ferré-Huguet N, Martí-Cid R, Schuhmacher M, Domingo JL 2008. Exposure to metals through the consumption of fish and seafood by the population living near the Ebro River in Catalonia, Spain: health risks. *Human and Ecological Risk Assessment*,14(4):780-795.
- Nisbet C, Terzi G, Pilger O, Sarac N 2010. Determination of heavy metal levels in fish sample collected from the Middle Black Sea. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Der.*, 16: 119-125.
- Özpolat G, Tuli A 2016. Effects of Heavy Metal Toxicity on Human Health, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25(4): 502-521
- Özturan K, Atasever M 2018: Süt ve Ürünlerinde Mineral Maddeler ve Ağır Metaller. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.*, 13(2): 229-241. DOI: 10.17094/ataunivbd.317822
- Plaskett D, Potter IC 1979. Heavy metal concentrations in the muscle tissue of 12 species of teleost from Cockburn Sound, Western Australia. *Marine and Freshwater Research*,30(5): 607-616.
- Sofoulaki K, Kalantzi I, Machias A, Pergantis SA, Tsapakis M 2019. Metals in sardine and anchovy from Greek coastal areas: Public health risk and nutritional benefits assessment. *Food and chemical toxicology*, 123:113-124.
- Stange K, Maage A, Klungsoyr J 1996. Contaminants in fish and sediments in the North Atlantic Ocean. *TemaNord* 1:522. Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 1996.
- Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V 2007. *Biyoistatistik*. Ankara: Hatiboğlu Yayınları.
- TGK, 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-8.htm> (Alınma Tarihi: 24.07.2020)
- TUİK (Türkiye İstatistik Kurumu) 2018. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27669>
- TUİK (Türkiye İstatistik Kurumu) 2019. [http://www.tuik.gov.tr/PreÇizelgeArama.do?metod=search&araType=vt\\_](http://www.tuik.gov.tr/PreÇizelgeArama.do?metod=search&araType=vt_)
- Türkmen A, Tepe Y, Türkmen M 2008. Metal Levels in Tissues of the European Anchovy, *Engraulis encrasicolus* L., 1758, and Picarel, *Spicara smaris* L., 1758, from Black, Marmara and Aegean Seas. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 80:521–525.
- Türksönmez Ç, Diler A 2019. Seasonal determination of heavy metal levels of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) obtained from the Marmara Sea. *Acta Biologica Turcica*, 32(4):242-247.
- Türksönmez Ç, Diler A, Özer NP 2017. Marmara Denizi'nden Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758)'lerde Hg, Pb ve Cd Miktarlarının Belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 10(2): 28-30.
- Usero J, Gonzalez-Regalado E., Gracia I. 1997. Trace metals in the bivalve molluscs *Ruditapes decussatus* and *Ruditapes philippinarum* from the Atlantic Coast of Southern Spain. *Environ. Int.* 23: 291–298.
- Ünsal M, Bekiroğlu Y, Yeminicioğlu S, Akdoğan Ş, Ataç Ü, Ergin S, Kayıkçı Y, Aktaş M, Yıldırım C 1993. Determination of Heavy Metals in Some Economically Important Marine Organisms in Southwestern Black Sea. (Batı Karadeniz'de Ekonomik Önemi Olan Bazı Deniz Ürünlerinde Ağır Metallerin Belirlenmesi), Project No: DEBAG - 80/G, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı.
- Yılmaz İ, Öktem B 2007. Contents of some toxic and trace elements in Tuna (*Katsuwonus pelamis*) in Turkey. 5<sup>th</sup> International Congress on Food Technology Greece "Consumer protection through Food Process Improvement & Innovation in The World" Proceedings Volume 1: 462-46.
- Yuan L, Li M, Zhang Y, Tao Z, Wang R 2016. The protective effects of dietary zinc on dietary copper toxicity in large yellow croaker *Larimichthys croceus* Aquaculture, 462:30-34.



## The Effect of Some Parameters on the Production of L(+) Lactic Acid Using Wheat Wastewater by *Rhizopus oryzae* NRRL-395

Ali GÖÇERİ<sup>1\*</sup>, Mehmet Hakkı ALMA<sup>2</sup>, Yekta GEZGINÇ<sup>3</sup>, Eyyüp KARAOĞUL<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Department of Bioengineering and Science-Kahramanmaraş-Turkey, <sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Forestry Faculty, Department of Forestry Engineering-Kahramanmaraş-Turkey, <sup>3</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Food Engineering, Kahramanmaraş-Turkey, <sup>4</sup>Harran University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Food Engineering - Şanlıurfa- Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1218-6696>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7011-3965>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-3230-2850>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-8162-6838>,

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

### ABSTRACT

The aim of the study was to investigate some major parameters on production lactic acid using wheat wastewater by *Rhizopus oryzae* NRRL-395. The parameters, which may play an effective role in production, were determined. For developing and producing pure L(+)-Lactic acid of the filamentous fungus *Rhizopus oryzae* NRRL-395, rich medium with wheat wastewater and glucose as carbon source were used in the study. The effects of carbon sources concentration, pH, agitation (shaking speed) and spores concentration on lactic acid production were examined. After fermentation process, the highest values of lactic acid obtained from wheat wastewater and glucose were analyzed using high-performance liquid chromatography with ultraviolet detectors (HPLC-UV). The maximum L (+) Lactic acid production in shake flasks was investigated at pH 6,  $1.0 \times 10^6$  spores/mL, 150 rpm, 30 °C at 8 days. The maximum lactic acid content for wheat wastewater and glucose were obtained at a concentration of 100% (5.638 g/L) and 150 g/L (5.042 g/L). The maximum lactic acid amount of 5.568 g/L was obtained at pH value of 6 for wheat wastewater. However, the maximum lactic acid amount of 2.463 g/L was obtained at pH value of 6 for glucose. The maximum lactic acid values for wheat wastewater and glucose were obtained 5.603 g/L and 2.483 g/L at 150 rpm speed, respectively. The maximum lactic acid values for wheat wastewater and glucose were obtained 5.804 g/L and 5.646 g/L at the  $1.0 \times 10^6$  spores/mL respectively.

### Research Article

#### Article History

Received : 18.05.2020

Accepted : 18.07.2020

#### Keywords

Wheat wastewater

Lactic acid

*Rhizopus oryzae* NRRL-395

Fermentation

## Atık Bulgur Suyu Kullanılarak *Rhizopus oryzae* NRRL-395 ile Üretilen Laktik Asite Bazı Parametrelerin Etkisi

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, *Rhizopus oryzae* NRRL-395 tarafından bulgur atık suyu kullanılarak üretilen laktik asit üretimine bazı önemli parametrelerin etkisi denenmiştir. Bu amaç ile filamentli bir yapıya sahip olan *Rhizopus oryzae* fungusunun gelişimi ve laktik asit üretimi için bulgur atık suyu ve glukoz gibi karbon kaynakları bu çalışmada kullanılmıştır. Karbon kaynaklarının konsantrasyonunun, pH'larının, çalkalama hızlarının ve spor konsantrasyonlarının üretim üzerine olan etkileri incelenmiştir. Fermentasyon işleminden sonra, bulgur atık suyu ve glukozdan elde edilen yüksek laktik asit değerleri yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC-UV) kullanılarak analiz edilmiştir. Çalkalamalı sistemde en yüksek laktik asit değerleri için pH 6,  $1.0 \times 10^6$  spor/mL konsantrasyonunda, 150 rpm hızında ve 30 °C de 8 gün olarak araştırılmıştır. Bulgur atık suyu için maksimum laktik asit miktarı %100 konsantrasyonda (5.638 g/L) ve glukoz için 150 g/L konsantrasyonda (5.042 g/L) olarak elde edilmiştir. Bulgur atık suyu ve glukoz için maksimum laktik asit oranları sırası ile pH 6'da 5.568 ve 2.463 g/L, 150 rpm hızında 5.603 ve 2.483 g/L ve  $1.0 \times 10^6$

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 18.05.2020

Kabul Tarihi : 18.07.2020

#### Anahtar Kelimeler

Bulgur atık suyu

Laktik asit

*Rhizopus oryzae* NRRL-395

Fermentasyon

spor/mL konsantrasyonunda ise 5.804 ve 5.646 g/L olarak elde edilmiştir.

**To Cite :** Göçeri A, Alma MH, Gezginç Y, Karaoğul E 2021. The Effect of Some Parameters on the Production of L(+) Lactic Acid Using Wheat wastewater by *Rhizopus oryzae* NRRL-395. KSU J. Agric Nat 24 (2): 293-298. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.739225>.

## INTRODUCTION

Wheat is a very important carbohydrate source located at the base of the food pyramid. Wheat wastewater is obtained after the wheat cleaning and boiling process. Besides, the production increases every year, it is concluded that wheat wastewater can be used for lactic acid production and other products in the future (Göçeri, 2013; Anonim, 2020).

Lactic acid is used for a long time to protect human's foods (Davidson et al., 1995). It was firstly found in the sour milk by Scheele in 1780 (Benninga, 1990). In order to produce lactic acid by biotechnological methods, the raw material must be accessible and inexpensive. Because polymer producers demand a vast amount of lactic acid at a low cost. Raw materials should have; cheap, fewer contaminants can be produced quickly, high efficiency, a small number of by-products, to be fast fermentation, and no pretreatment will be required and year-round availability (Åkerberg and Zacchi, 2000). Some low-cost raw materials, which contain carbohydrates, starch, cellulose, wheat wastewater, whey, and

molasses, is used for lactic acid production (Göçeri, 2013; Hofvendahl, 2000). The wheat used for producing lactic acid (Åkerberg, 1998, 2000; Hofvendahl, 1997; Oh et al., 2005). Lactic acid was used as the starting material of polylactic acid (PLA), which has recently been used in the production of biodegradable plastics (Vert et al., 1992). Lactic acid was obtained using both lactic acid bacteria (Bibal et al., 1991; VickRoy et al., 1982) and *Rhizopus oryzae* NRRL-395 could produce considerable quantity of L-lactic acid and use both wheat wastewater and glucose as carbon sources (Göçeri, 2013). Lactic acid-producing fungi, such as *Rhizopus oryzae*, lately gain attention. The important benefit of applying the fungi over the bacteria is that the economic costs, owing to the use of raw and waste substances as well as no need for particular nutrients (Datta et al., 1995; Hofvendahl et al., 1999; Khalaf, 2001). According to the production capacity of lactic acid, microorganisms are divided into two groups as bacteria and fungi. Some organisms producing lactic acid in recent years are given Table 1 (Wee et al., 2006).

Table 1. Biotechnological production of lactic acid of some microorganisms

### *Cizelge 1. Biyoteknolojik olarak laktik asit üreten bazı mikroorganizmalar*

Microorganism (Mikroorganizma)	Lactic acid (g/L) (Laktik asit) (g/L)	Yield (g/g) (Ürün) (g/g)	Productivity g/(L-h) (Verimlilik) g/(L-h)
<i>Rhizopus oryzae</i> ATCC 52311	83.0	0.88	2.6
<i>Rhizopus oryzae</i> NRRL 395	104.6	0.87	1.8
<i>Enterococcus faecalis</i> RKY1	144.0	0.96	5.1
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> ATCC 10863	67.0	0.84	2.5
<i>Lactobacillus helveticus</i> ATCC 15009	65.5	0.66	2.7
<i>Lactobacillus bulgaricus</i> NRRL B-548	38.7	0.90	3.5
<i>Lactobacillus casei</i> NRRL B-441	82.0	0.91	5.6
<i>Lactobacillus plantarum</i> ATCC 21028	41.0	0.97	1.0
<i>Lactobacillus pentosus</i> ATCC 8041	21.8	0.77	0.8
<i>Lactobacillus amylophilus</i> GV6	76.2	0.70	0.8
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> NCIMB 8130	90.0	0.97	3.8
<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i> IFO 12007	90.0	0.76	1.6

Lactic acid could be produced by humans, microorganisms, plants and animals. In terms of nutritional point, the L(+) form of lactic acid is mainly demanding for the food and industry; as known, the human body is merely designed to absorb this form and just produce L-lactate dehydrogenases (LDH) (Soccol, 1992). Lactic acid is a valuable organic acid commonly used for the food and chemical industry as a preservative, acidulent, flavoring and solvent. Besides, some lactic acid salts are used in the formulation of pharmaceutical products (Kascak et al., 1996; Vick Roy, 1985). Lactic acid can be goods chemical for the

production of lactate, propylene glycol and oxide, acrylic acid, propanoic acid acetaldehyde and dilactide (Vardarajan et al., 1999). According to the US FDA (Food and Drug Administration); It has been reported that the L (+) form of lactic acid can be used as a food additive but form D (-) will be harm human metabolism (Datta, 1995). Production of lactic acid by *Rhizopus oryzae* appears to be an applicable option that could increase in minimum condition both liquid and solid medium (Soccol et al., 1994). This experiment was achieved to identify the best conditions for the production of L(+) Lactic acid by *Rhizopus oryzae*

NRRL-395

## MATERIALS and METHODS

### Microorganism and Inoculums

The fungus used in the study was provided from the İzmir Ege University culture collection laboratory. The fungus was grown on potato dextrose agar (PDA) and transferred to fresh slants every four months and stored at 4 °C for regular sub-culturing. Inoculums preparation; spore cultures provided by suspending spores from 7 days old culture slants of *Rhizopus oryzae*. Spores were grown on PDA slants in 250 mL flask at 30 °C with sterilized distilled water containing 0.2% Tween 80 and filtered with sterile cotton. Spore concentration calculated using by hemocytometer. Erlenmeyer flask culture was inoculated with the latest concentration of  $1.0 \times 10^5$  spores/mL.

### Medium and Cultivation

The study was conducted using a 250 mL Erlenmeyer in shaking culture and wheat wastewater and glucose were used as the carbon sources. Culture medium containing; (10%, 25%, 50%, 75% and 100%) wheat wastewater, and (50, 100, 150, 200, 250 g/L) glucose, 2 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 0.65 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0.25 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  and 0.05 g  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . The medium pH was set 6.0, autoclaved at 121 °C for 15 min than waited at room temperature, inoculated with  $1.0 \times 10^5$  spores/mL, and incubated for 8 days at 30 °C on a rotary shaker at 150 rpm/min. In order to stop the decrease in pH 60% sterilized  $\text{CaCO}_3$  was added to every flask following 24 hours of cultivation.

### Analytical Methods

The fermentation medium was heated for 10 min at 70 °C to dissolve precipitated calcium lactate. The pH of the medium calculated by a pH meter (Thermo-Scientific Orion). The samples were centrifuged for 12 min at 4000 rpm (Sigma-3-16P). The samples were filtered to remove solids and precipitated (pore size of 0.45 µm). The samples were analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC-UV detector) using a Bio-Rad Aminex HPX-87H, 300 mm x 7.8 mm column with 0.008 N sulphuric acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) as the mobile phase at 35 °C and a flow rate of 0.6 ml/dk (Ott et al., 2001; Karaoğul et al., 2016).

## RESULTS and DISCUSSION

Along with the present study, wheat wastewater which is a significant waste of food industry is evaluated for production of lactic acid which is used as the raw material of polylactic acid (PLA) production, which is a biopolymer which can be degraded spontaneously and rapidly in nature. Those studies are also great interests in prevention of the environmental pollution. In this context, many microorganisms were

documented to possess lactic acid production capacities in the previous reports (Zhou et al., 2006). Some of these organisms produce L-(+) form of lactic acid and some form D-(-). Microorganisms such as *Rhizopus oryzae* have few limited aliments demand also could use starch feedstocks (Narayanan et al., 2004).

### The Effect of Wheat wastewater and Glucose Concentration

As it is known, wheat wastewater is a lignocellulosic waste, and glucose is a source of carbon that can be easily digested by many microorganisms. These two carbon sources are being used in the fermentation process (Göçeri, 2013). The results concerned with the effects of wheat wastewater and glucose concentration on the production of lactic acid with *R. oryzae* fungus are collectively represented in Table 2. Herein, lactic acid yield increased as substrate concentration increased as a result of fermentation. The highest amount of lactic acid obtained in the experiments was obtained from 100% wheat wastewater concentration. An increase in the amount of lactic acid was observed with the increase in glucose concentration until 150 g/L. The maximum lactic acid yield was obtained at 150 g/L glucose concentration (Table 2). After the 150 g/L the decrease was attributed to the inhibitory effect dependent on increase in glucose concentration in media and subsequently adversely affects the production by microorganisms. In another study concentration, a decrease in production was observed.

Table 2. The effect of concentration on production

#### Çizelge 2. Konsantrasyonun üretime etkisi

Concentration (Konsantrasyon)	Lactic acid (g/L) (Laktik asit) (g/L)	Amount (%) (Miktar) (%)
Wheat wastewater (%) (Bulgur atık suyu) (%)		
10	0.056±0.008 <sup>a</sup>	2.51
25	1.016±0.009	16.23
50	2.424±0.009	19.40
75	3.005±0.064	19.74
100	5.638±0.013	22.09
Glucose(g/L)(Glikoz)(g/L)		
50	2.393±0.006	14.45
100	3.365±0.009	20.26
150	5.042±0.012	24.17
200	2.315±0.008	14.95
250	2.035±0.009	13.47

<sup>a</sup>Values expressed are means ± S.D. of three parallel measurements

Concentration of the glucose, sucrose, molasses, carob, and wheat bran effect on lactic acid production; the best yield was acquired from the glucose concentration of 150 g/L. Glucose has not been used totally in the present glucose concentration medium and nearly 40-50% unused in the fermentation process (Bulut, 2004).

### Effect of pH

The effect of pH was evaluated by the previous pH and controlled pH throughout the fermentation process.



Production of lactic acid related to the pH cause medium pH strongly effects a lot of enzymatic processes (AbdulRauf, 2010). The medium pH was set at 4, 6 and 8 during the cultivation. The maximum lactic acid amount of 5.568 g/L was obtained at pH value of 6 for wheat wastewater (100 mL). The results are presented in Table 3. However, the maximum lactic acid amount of 2.463 g/L was obtained at pH value of 6 for glucose (50 g/L). Thus; pH 6 was selected as optimum pH for the experiments. pH control method was tested in the experiment by adding NaOH solution at 4 an hour-time period while the cultivation. The pH of close to 6 could be intended to obtain a hopeful microbial success for lactic acid production (Hofvendahl et al., 2000; Iyer and Lee., 1999). In researching the effect of different pH values on production of lactic acid with *R. oryzae*; 0.71 g-g, 0.68 g-g, 0.62 g-g, 0.71 g-g, 0.68 g-g and 0.71 g-g products were obtained at pH 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5 and 6.0, respectively (Dominquez and Vazquez, 1999).

Table 3. Effect of pH on production  
*Çizelge 3. pH'nin üretime etkisi*

pH	Lactic acid (g/L) ( <i>Laktik asit</i> ) (g/L)	
	Wheat wastewater ( <i>Bulgur atık suyu</i> )	Glucose ( <i>Glikoz</i> )
4	4.936±0.013 <sup>a</sup>	1.485±0.001
6	5.568±0.01	2.463±0.019
8	5.485±0.009	1.804±0.001

<sup>a</sup>Values expressed are means ± S.D. of three parallel measurements

### Effect of Agitation (shaking) Speed

In the study conducted to determine the agitation speed, experiments were carried out at 100, 150 and 200 rpm for carbon sources. It was determined that the best yield for wheat wastewater (100 mL) and glucose (50 g/L) were obtained at 150 rpm. The result represented in Table 4. It was chosen as the optimum shaking rate for wheat wastewater because of the fact that there was much difference between 150 rpm and 100-200 rpm. By the way most of the literature studies were performed at 150 rpm (Tanyıldızı et al., 2012). As the agitation rate increases, the amount of oxygen in the fermentation medium increases and this increase causes the microorganism to use more oxygen and produce lactic acid and some organic acids in the medium. As we know that, the lactic acid is merely produced under the anaerobic condition. Despite that lactic acid production is related to the dissolved oxygen in medium. Another reason could be the amount of lactic acid determined by the total biomass in the medium, which interrelating directly with the dissolved oxygen in the medium. In addition, the fungal have mycelia like cotton form which could reduce the oxygen and nutrition mass and finally affected the amount of lactic acid. According to these results some organic acid may influence the decrease

in the amount of lactic acid (Liu et al., 2005; Tkacz and Lange, 2004; Göçeri, 2013).

Table 4. Effect of agitation speed on production  
*Çizelge 4. Çalkalama hızının üretime etkisi*

Agitation (rpm) ( <i>Çalkalama</i> )(rpm)	Lactic acid (g/L) ( <i>Laktik asit</i> ) (g/L)	
	Wheat wastewater ( <i>Bulgur atık suyu</i> )	Glucose ( <i>Glikoz</i> )
100	2.727±0.009 <sup>a</sup>	2.141±0.011
150	5.603±0.009	2.463±0.009
200	2.937±0.019	1.612±0.012

<sup>a</sup>Values expressed are means ±S.D. of three parallel measurements

### Effect of Spore Concentration

In order to determine the effect of spore concentration on lactic acid production by *Rhizopus oryzae*, different spore concentrations including 1.0x10<sup>4</sup>, 1.0x10<sup>5</sup>, 1.0x10<sup>6</sup> to 1.0x10<sup>7</sup> spores/mL were injected into wheat wastewater (100 mL) and glucose (50 g/L) media (Table 5). As a result of the production, it was determined that the best yield values for wheat wastewater and glucose were obtained at 1.0x10<sup>6</sup> spores/mL. Inoculation above 10<sup>6</sup> spore/mL concentration caused a decrease in the amount of lactic acid because the spore concentration increased. Increasing concentration of spores led to starts competition among microorganisms and affected the rapid depletion of carbon sources in the media and the decrease in the amount of lactic acid (Göçeri, 2013). *Rhizopus oryzae* NRRL-395 in their work in the bioreactor using cornstarch to obtain lactic acid with different rates of the effect of vaccination on the production of the spores examined. Spores concentrations were 2x10<sup>3</sup>, 2x10<sup>4</sup>, 2x10<sup>5</sup>, 2x10<sup>6</sup> and 2x10<sup>7</sup> spores/mL respectively. The highest lactic acid production was obtained from 2x10<sup>6</sup> spores/mL (Yin et al., 1997). Much increase inoculum rate effected in a decrease in production because increasing the inoculums rate caused extreme density of spores that decrease the production (Abood, 2017).

Table 5. Effect of spore concentration on production  
*Çizelge 5. Spor konsantrasyonunun üretime etkisi*

Spore Concentration ( <i>Spor Konsantrasyonu</i> )	Lactic acid (g/L) ( <i>Laktik asit</i> ) (g/L)	
	Wheat wastewater ( <i>Bulgur atık suyu</i> )	Glucose ( <i>Glikoz</i> )
1.0x10 <sup>4</sup>	2.352±0.012 <sup>a</sup>	1.411±0.008
1.0x10 <sup>5</sup>	5.603±0.011	2.254±0.014
1.0x10 <sup>6</sup>	5.804±0.004	5.646±0.008
1.0x10 <sup>7</sup>	2.677±0.011	2.608±0.009

<sup>a</sup> Values expressed are means± S.D. of three parallel measurements

### CONCLUSION

In this study, *Rhizopus oryzae* mediated lactic acid production was examined using wheat wastewater which is discharged to the environment as a waste of



wheat production factories. Overall, the best yield and efficiency values of lactic acid were obtained from wheat wastewater using *Rhizopus oryzae* NRRL-395 fungus. This microorganism was used in all subsequent stages. Based on these results, the production of lactic acid using wheat wastewater by *Rhizopus oryzae* at pH 6, 150 rpm and  $1.0 \times 10^6$  spores/mL was the appropriate condition for production. In this experiment shows that wheat wastewater is better than glucose for producing lactic acid. Besides, 60% percent of the water used as one liter in the wheat production phase is wheat wastewater, of which 5.804 g/L lactic acid was obtained. Accurately, wheat wastewater is appropriate for the lactic acid fermentation and could be used as the unique nutrient for lactic acid production by *Rhizopus oryzae* fungi. Further investigation will be needed to get higher yields, quantities and to optimize condition for the production of L-lactic acid by *R. oryzae*

#### ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank Prof. Dr. İsmail AKYOL for giving ideas and helping in the study. This study constitutes a part of a Master thesis (Bulgur suyundan *Rhizopus oryzae* NRRL-395 fungusu ile laktik asit üretimi) and was supported by Kahramanmaraş Sütçü İmam University Scientific Research Projects Units. Project No: BAP 20133-4YLS

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### REFERENCES

- Anonim 2020. Türkiye mahsulleri ofisi buğday üretim miktarı. [http://www.tmo.gov.tr/ Upload/Document/ istatistikler/tablolalar/1bugdayeuva.pdf](http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/istatistikler/tablolalar/1bugdayeuva.pdf)
- AbdulRauf M, Muhammad N, Ishtiaq A, Hafız M, Nasir I 2010. Optimization of Growth Conditions for Acidic Protease Production from *Rhizopus oligosporus* Through Solid State Fermentation of Sunflower. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 72(1): 40-43.
- Abood Nagham H, Suhad A Ahmed 2017. Effect of some growth factors on protease production by *Rhizopus oryzae*. *Al-Nahrain Journal of Science* 20(2): 90-95.
- Åkerberg C, Hofvendahl K, Zacchi G, Hahn-Hägerdal B 1998. Modeling the influence of pH, temperature, glucose and lactic acid concentrations on the kinetic of lactic acid production by *Lactococcus lactis ssp. lactis* ATCC 19435 in whole-wheat flour, *Applied Microbiology and Biotechnology*. 49 : 682–690.
- Åkerberg C, Zacchi G 2000. An economic evaluation of the fermentative production of lactic acid from wheat flour, *Bioresour. Technol.* 75: 119–126.
- Benninga H 1990. A History of Lactic Acid Making, a chapter in the history of Biotechnology Kluwer Academic Publishers pp. 1–61.
- Bibal B, Vayssier Y, Goma G, Pareilleux A 1991. High concentration cultivation of *Lactococcus cremoris* in a cell recycle reactor. *Biotechnology and Bioengineering*, 37 (8): 746-754.
- Bulut Ş, Elibol M, Özer D 2004. Effect of different carbon sources on L(+)- lactic acid production by *Rhizopus oryzae*. *Biochemical Engineering Journal* 21: 33–37.
- Datta R, Tsai SP, Bonsignore P, Moon SH, Frank JR 1995. Technological and economic potential of poly(lactic acid) and lactic acid derivatives, *FEMS Microbiol. Reviews* 16 : 221–231.
- Davidson BE, Llanos RL, Cancilla MR, Redman NC, Hillier AJ 1995. Current research on the genetics of lactic acid production in lactic acid bacteria, *International Dairy Journal*, 5 : 763–784.
- Domínguez JM, Vázquez M 1999. Effect of the operational conditions on the L-lactic acid production by *Rhizopus oryzae*. *Cienc. Tecnol. Aliment*, 2(3):113 118.
- Göçeri A 2013. Bulgur Suyundan *Rhizopus oryzae* NRRL 395 Fungusu ile Laktik Asit Üretimi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomühendislik ve Bilimleri Ana Bilim Dalı, Yüksek lisans Tezi, 68 sy, Kahramanmaraş
- Hofvendahl K, Hahn-Hägerdal B 1997. L-lactic acid production from whole wheat flour hydrolysate using strains of *Lactobacilli* and *Lactococci*, *Enzyme and Microbial Technology*. 20:301–307.
- Hofvendahl K, Hahn-Hägerdal B 2000. Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources, *Enzyme and microbial technology*. 26 : 87–107.
- Hofvendahl K, Åkerberg C, Zacchi G 1999. Simultaneous enzymatic wheat starch saccharification and fermentation to lactic acid by *Lactococcus lactis*, *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 52:163-163
- Iyer PV, Lee YY 1999. Product inhibition in simultaneous saccharification and fermentation of cellulose into lactic acid. *Biotechnology Letters*, 21(5): 371-373.
- Kascak JS, Kominek J, Roehr M 1996. Lactic acid. *In* Rehm HJ, Reed G, Puhler A, Stadler P (eds.). *Biotechnology*, 293 – 306.
- Karaoğul E, Kirecci E, Alma MH 2016. Determination of phenolic compounds from Turkish kermes oak (*Quercus coccifera* L.) roots by high performance liquid chromatography; its antimicrobial activities. *Fresenius Environmental Bulletin*. 25(7): 2356-2363.
- Khalaf SA 2001. Lactic acid production by interspecific

- hybrids of *Rhizopus* strain from potato processing peel waste. *J. Microbiol.* 36(1):89-102.
- Liu Y, Wen Z, Liao W, Liu C, Chen S 2005. Optimization of the Process for the Production of L (+)-Lactic Acid from Cull Potato by *Rhizopus oryzae*. *Engineering in life sciences*, 5(4): 343-349.
- Narayanan N, Roychoudhury PK, Srivastava A 2004. L (+) lactic acid fermentation and its product polymerization. *Electronic Journal of Biotechnology*, 7(2): 167-178.
- Oh H, Wee YJ, Yun JS, Han SH, Jung S, Ryu HW 2005. Lactic acid production from agricultural resources as cheap raw materials, *Bioresource technology*, 96: 1492–1498.
- Ott RL, Longnecker M 2001. Inferences about more than two population central values. An introduction to statistical method and data analysis (5th ed.). Pacific Grove, CA: Duxbury. 379-459.
- Soccol CR 1992. Physiologie et métabolisme de *Rhizopus* en culture solide et submergée en relation avec la dégradation d'amidon cru et la production d'acide L(+) lactique. Université de Technologie de Compiègne France. PhD Thesis, pp. 219.
- Soccol CR, Marin B, Raimbault M, Lebeault JM 1994. Potential of solid state fermentation for production of L(+)-lactic acid by *Rhizopus oryzae*, *Applied Microbiology and Biotechnology* 41 : 286 – 290.
- Tanyıldızı MŞ, Bulut Ş, Selen V, Özer D 2012. Optimization of Lactic acid production with immobilized *Rhizopus oryzae*. *African Journal of Biotechnology*, 11(34): 8546-8552.
- Tkacz JS, Lange L 2004. Advances in Fungal Biotechnology for Industry, Agriculture, and Medicine. *Organic Acid Production by Filamentous Fungi*, New York. s.325-330.
- Vardarajan S, Miller DJ 1999. Catalytic upgrading of fermentation derived organic acids. *Biotechnology progress*, 15:845–854.
- Vert M, Li SM, Spenlehauer G, Guerin P 1992. Bioresorbability and biocompatibility of aliphatic polyesters. *Journal of materials science* 3 : 432 – 446.
- VickRoy TB 1985. Lactic Acid in *Comprehensive Biotechnology, The Principles, Applications and Regulations of Biotechnology in Industry, Agriculture and Medicine*. Vol. 3, M. Moo-Young (Ed.), Pergamon Press, New York, USA, pp. 761–776.
- VickRoy TB, Blanch HW, Wilke CR 1982. Lactic acid production by *Lactobacillus delbreuckii* in a hollow fiber fermentor. *Biotechnology. Letter.* 4:483–488.
- Wee YJ, Kim JN, Ryu HW 2006. Biotechnological production of lactic acid and its recent applications. *Food Technology and Biotechnology*, 44(2): 163-172.
- Yin P, Nishina N, Kosakai Y, Yahiro K, Park Y, Okabe M 1997. Enhanced Production of L(+)-Lactic Acid from Corn Starch in a Culture of *Rhizopus oryzae* Using an Air-Lift Bioreactor. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 84(3): 249-253.
- Zhou S, Shanmugam KT, Yomano LP, Grabar TB, Ingram LO 2006. Fermentation of 2% (w/v) glucose to 1.2 M lactate by *Escherichia coli* strain SZ194 using mineral salts medium. *Biotechnol. Lett.* 28: 663–670.

## Elazığ Koşullarına Uygun Kuru Fasulye Çeşitlerinin Araştırılması

Leyla İDİKUT<sup>1</sup>, Tolga KARABACAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>K.S.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Elazığ Tarım Kredi Kooperatifi, Elazığ

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0685-7158>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-4406-5001>

✉: leyloidikut@gmail.com

### ÖZET

Elazığ ekolojisine uygun fasulye çeşitlerinin belirlemek amacıyla, Önceler 98, Göynük 98, Yunus 90, Topçu, Aras 98, Alberto, Bermaz, Noyanbey 98, Akman 98, Göksün, Karacaşehir 98 çeşitleri Elazığ-Maden ilçesi koşullarında 2017 fasulye yetiştirme sezonunda denenmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekrarlamalı, 50 cm sıra arası ve 10 cm üzeri mesafesinde kurulmuştur. Araştırmada çeşitlerinin çiçeklenme süresi, bakla bağlama süresi, bitki boyu, bakla yüksekliği, bakla sayısı, dolu bakla sayısı, olgunluk süresi ve tane verim değerleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre çiçeklenme sürelerinin 53.0 – 60.0 gün, bakla bağlama sürelerinin 77.0-91.00 gün, bitki boylarının 33.2-62.4 cm, bakla yüksekliğinin 12.9-27.05 cm, bakla sayısının 17.15-43.60 adet, dolu bakla sayısının 16.57-43.40 adet, tane verimi 141.43-333.10 kg/da arasında saptanmıştır. Tane veriminin 318 kg da<sup>-1</sup> yüksek, bakla bağlama süresi 77-82 gün arasında ve olgunlaşma süresi 115 gün olan Önceler 98, Göynük 98, Yunus 90, Aras 98 çeşitlerin Elazığ yöresi için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 22.04.2020

Kabul Tarihi : 04.07.2020

#### Anahtar Kelimeler

Kuru fasulye

Çeşit

Verim

## The Research of Suitable Dry Beans Varieties for Elazığ Conditions

### ABSTRACT

In order to determine the suitable bean varieties for Elazığ ecology, Önceler 98, Göynük 98, Yunus 90, Topçu, Aras 98, Alberto, Bermaz, Noyanbey 98, Akman 98, Göksün, and Karacaşehir 98 varieties were grown in Maden district of Elazığ, in 2017. The trial was designed as a random blocks design as 4 replicates with 50 cm inter row and 10 cm intra row density. The flowering period, seed set period, plant height, pod height, pod number, filled pod number, ripening period and grain yield of the varieties were determined. The investigated characters were ranged 53.0 - 60.0 days for flowering times, 77.0-91.00 days for seed set time, 33.2-62.4 cm for plant height, 12.9-27.05 cm for height of pods, 17.15-43.60 for number of pods, 16.57-43.40 for number of filled pods, 115.00-16.25 days for maturity period and 141.43-333.10 kg da<sup>-1</sup> for grain yield. It was concluded that Önceler 98, Göynük 98, Yunus 90, Aras 98 varieties which had 318 kg da<sup>-1</sup> higher grain yield, 77-82 days bean set setting time and 115 days ripening period were suitable for Elazığ region.

### Research Article

#### Article History

Received : 22.04.2020

Accepted : 04.07.2020

#### Keywords

Dry beans

Cultivars

Yield

**To Cite:** İdikut L, Karabacak T 2021. Elazığ Koşullarına Uygun Kuru Fasulye Çeşitlerinin Araştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 299-305. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.725109>.

**To Cite:** İdikut L, Karabacak T 2021. The Research of Suitable Dry Beans Varieties for Elazığ Conditions. KSU J. Agric Nat 24 (2): 299-305. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.725109>.

## GİRİŞ

Dünya'da ve Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen fasulye önemli bir tarım ürünüdür. Fasulye protein yönünden zengin olması nedeniyle tüketimine talebi de fazladır. Fasulye bitkisi; taze fasulye, konserve ve kuru tane olarak ticareti yapılmakta ve insanların kullanımına sunulmaktadır. Ayrıca başta Türkiye olmak üzere birçok ülke mutfağının temel

ürünlerinden olduğu için üretimi de önemlilik arz etmektedir.

Fasulye baklagiller grubunda yer alan bir bitkidir. İklim koşullarının uygun olması halinde çimlenmesini tamamlayıp, toprak yüzeyine çıkan her bitki gibi, fasulye bitkisi de gelişmesini sürdürmek için topraktan suyla birlikte besin almaktadır. Baklagiller bitkileri topraktan besin alırken gelişmesini

sürdürürken, nodozitelerini oluşturarak havanın serbest azotunu köklerine bağlayarak hem kendi için gerekli azotu sağlar, hem de bir miktar azotu kendinden sonra gelecek bitkiye sunar. Bu nedenle baklagiller iyi bir ekim nöbeti bitkisi olarak görülür. Fasulye bitkisinin diğer tarla bitkileriyle rotasyona tabi tutulması, ekilebilir alanlarda gübre ve enerji kullanımının azalmasında ve dolayısıyla sera gazı salınımının da azaltılmasında önemli rolü üstlenmektedir (Stagnari ve ark. 2017). Bitki artıklarının yem olarak kullanılması da diğer bir artı katkısını oluşturmaktadır.

İklim koşullarının el verdiği her yörede çiftçiler tarafından fasulye tarımı yapılmaktadır. Kuru taneleri normal oda sıcaklığında saklanabilmesi yani depolanması kolay olduğu için mutfakların vaz geçilmez ürünlerinden biridir. Bitkisel üretimde sıcaklık ve su faktörleri, bitkinin gelişmesine ve verimi üzerine en etkili olan faktörler olduğu bilinmektedir. (Masaya ve White, 1991, Önder ve Kahraman, 2010). Fasulye kazık köklü, ılıman iklimi seven, soğuğa karşı çok hassas bir yapıya sahiptir. Çimlenmek için fasulye bitkisi, toprak sıcaklığının en az 8 °C, optimum çimlenme sıcaklığının 18 °C, gelişim sıcaklığı 20-25 °C olmasına gereksinim duymaktadır. Gelişme döneminde 15 °C' ın altındaki sıcaklıkta gelişmenin yavaşlamasından, 32 °C nin üstünde ise döllemenin engellenmesinden dolayı verim düşüşü gerçekleşmektedir (Porch and Jadrn, 2001). Fasulye bitkisi, organik maddesi az, toprak drenajı zayıf ve fazla asit barındıran toprakları sevmez. Doğu Anadolu'daki karasal iklimin hüküm sürdüğü Elazığ yöresinde kuru fasulye ekim tarihi 15 Mayıs-15 Haziran tarihleri arasında yapılmaktadır. Fasulye bitkisi suyu çok seven bir bitki olup baklalarında % 90'a yakın su bulundurmaktadır (Salcedo, 2008)

Fasulye bitkisinin Anadolu'nun her yerinde farklı varyetelere rastlanması, insan besini olarak gerekliliği ve toprak koruma özelliği yönüyle önemlilik arz etmesi, bölgelere uyum sağlayan çeşitlerin araştırılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Elazığ ilinde fasulye ekim alanı 6045 dekar olup verim ise 100 -212 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmektedir (Anonim

2020). Bölgeye uyum sağlayan ve yüksek verimli çeşitlerin tespiti bölge koşullarında yapılacak çalışmalarla belirlenmektedir. Bu nedenle Doğu Anadolu bölgesinde yer alan Elazığ yöresinde 11 fasulye çeşidi tarla koşullarında denenmiştir.

## MATERYAL ve METOD

Deneme 2017 yılında Doğu Anadolu Bölge sınırları içinde Elazığ ili Maden ilçesinde 11 farklı fasulye (Önceler 98, Göynük 98, Yunus 90, Topçu, Aras 98, Alberto, Bermaz, Noyanbey 98, Akman 98, Göksun, Karacaşehir 98) çeşidi kullanılarak yürütülmüştür. Deneme alanının toprak hazırlığı Mayıs ayının ikinci haftası yapılmıştır. Ekim elle 27 Mayıs 2017 tarihinde, 50 cm sıra arası mesafesi ile 10 cm sıra üzeri mesafesinde, 5 m uzunluğunda 4 sıra ve dört tekerrürlü olarak, tesadüf blokları deneme planına göre yapılmıştır. Ekimle beraber dekara 6 kg saf fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ve 2.2 kg azot (N) düşecek şekilde gübre uygulanmıştır. Bitki boyu 10 cm olduğu zaman üst gübre olarak dekara saf 4 kg azot (N) düşecek şekilde azotlu gübre uygulanmıştır. Yabancı ot mücadelesi iki kez el çapası şeklinde uygulanmıştır. Bitkilerin su gereksinimi Haziran ayının sonundan itibaren salma sulama ile karşılanmıştır. Sulama aralığı bitkini durumu ve toprak durumu gözlenerek 5-8 gün aralıklarla uygulanmıştır. Hasat Eylül ayının son haftasında bitkiler kurumaya başlayınca elle sökülerek gerçekleştirilmiştir.

Denemede kullanan fasulye çeşitlerinin çiçeklenme süreleri, bakla bağlama süreleri, bitki boyları, bakla yükseklikleri, bakla sayıları, dolu bakla sayıları, tane verim değerleri incelenmiştir. Araştırılan özelliklerin gözlem ve ölçümlerinde Çınar (2015)'den yararlanılmıştır.

Deneme alanının bulunduğu Elazığ ili Maden ilçesi karasal iklim özelliği gösterip yazın sıcak ve kurak, kışın soğuk ve kar yağışlı bir iklime sahiptir. Denemenin yürütüldüğü sezonda Mayıs ayı hariç diğer aylarda yağış yok sayılacak kadar az düştüğü ve havanın nispi neminin de çok düşük olduğu Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Deneme alanının 2017 yılına ait bazı meteorolojik verileri

Table 1. Some meteorological data of the trial area for 2017

Aylar	Sıcaklık (C°) (Temperature)			Ortalama nem (%) (Mean humidity)	Yağış (mm) (Precipitation)
	Min.	Max.	Ort (Mean).		
Mayıs (May)	7.7	29.5	17.3	53.6	59.0
Haziran (June)	13.9	39.0	24.5	30.9	0.2
Temmuz (July)	19.4	40.6	30.1	21.0	0.2
Ağustos (August)	18.2	42.0	29.7	21.0	2.2
Eylül (September)	13.5	38.6	26.3	21.0	-

(Anonim, 2017)

Deneme alanının 0-20 cm derinlikten alınan toprak analizinde potasyum oranının 15.25 kg/da(az), fosfor oranının 1.85 kg/da (çok az), kireç oranının

%3.156(kireçli), organik madde miktarının %2.54 (orta), toplam tuz oranının %0.065 (tuzsuz), Ph oranının 8.15 (alkali), saturasyon'un 70.4 (killi) olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2018).



## İstatistik Analizler

İncelenen özelliklerden elde edilen veriler Anova yöntemine göre SAS istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. İstatistiki olarak önemli farklılık gösteren özelliklerin ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testine göre ( $p < 0.01$ ) gruplandırılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada kullanan 11 farklı fasulye çeşidinin, çiçeklenme süresine, bakla bağlama süresine, bitki boyuna, bakla yüksekliğine, bakla sayısına, dolu bakla sayısına, tane verimine ait değerlerin ortalamaları ve oluşan gruplar Çizelge 2’de verilmiştir. Fasulye çeşitleri arasında çiçeklenme süreleri, bakla bağlama süreleri, bitki boyları, bakla yükseklikleri, bakla sayıları yönünden istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) farklılıkların olduğu kaydedilmiştir.

Elazığ bölgesinde 11 fasulye çeşidi ile yürütülen

Çizelge 2. Fasulye çeşitlerinin çiçeklenme süresi, bakla bağlama süresi, bitki boyu, bakla yüksekliği, bakla sayısı ortalamaları ve grupları.

Table 2. The average and groups of flowering period, seed set period, plant height, pod height, pod number of bean varieties.

Genotipler (Genotypes)	Çiçeklenme süreleri(gün)** (Flowering period)	Bakla bağlama süreleri(gün)** (Seed set period)	Bitki boyları(cm) ** (Plant height)	Bakla yükseklikleri(cm)** (Pod height)	Bitkide bakla sayıları (adet) ** (Pod number)
Önceler 98	58.00±2.3 c	78.00±2.3 f	54.00±0.55 c	19.45±0.44 d	22.55±3.88 cd
Göynük 98	57.00±2.3 d	80.00±2.3 e	55.80±0.28 c	21.30±0.62 c	34.55±8.98 ba
Yunus 90	58.00±2.3 c	77.00±2.3 f	60.57±0.45 b	27.05±0.34 a	30.50±12.50 bc
Topçu	59.00±2.3 b	85.00±2.3 bc	52.85±0.47 d	14.65±0.44 f	22.85±6.91 cd
Aras 98	53.00±2.3 g	82.00±2.3 d	62.45±2.27 a	22.40±0.36 b	25.40±6.69 bcd
Alberto	59.00±2.3 b	91.00±2.3 a	49.90±0.47 e	12.92±0.49 h	17.15±6.32 d
Bermaz	55.00±2.3 f	86.00±2.3 b	48.85±0.33 e	20.90±0.57 c	23.55±4.25 cd
Noyanbey 98	58.00±2.3 c	80.00±2.3 e	48.85±0.25 e	18.10±0.41 e	33.70±7.25 b
Akman 98	60.00±2.3 a	84.00±2.3 c	35.32±12.49 f	13.80±0.28 g	34.75±9.75 ab
Göksun	56.00±2.3 e	81.00±2.3 de	33.22±0.50 g	13.65±0.34 g	28.95±6.03 bc
Karacaşehir 98	53.00±2.3 g	78.00±2.3 f	34.90±0.62 g	13.70±0.11 g	43.60±11.68 a
C.V.	4.043	4.93	1.839	1.823	10.70

\*\* $p < 0.01$ , Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsizdir.

Fasulye genotipleri çiçeklenme süresi yönünden birbirlerinden farklı 7 grup oluşturduğu kaydedilmiştir (Çizelge 2). Altı fasulye genotipi ile iki yıllık çalışmada Pekşen (2005) çiçeklenme periyodu 23.50-64.80 gün arasında değiştiğini belirlemiştir. Fasulyenin çiçeklenme sürelerinin, Atıcı (2013) Giresun koşullarında 30-88 gün, Servia ve ark (2016) Meksika’da farklı eyaletlerde yerel çeşitlerin bölgelere göre 44-92 gün arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Mideksa Egu ve Tesfaye (2018), Melkassa’da 25 fasulye genotipiyle yapmış oldukları çalışmada çiçeklenme gün sayısının stres koşullarında % 12.6 azaldığını vurgulamışlardır. Çiçeklenme süresinin Yeken ve ark.(2019) 80 fasulye genotipinde 45-69 gün, Nadeem ve arkadaşları (2020) 183 fasulye genotipinde lokasyonlara göre 61-68 gün arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. Daha önceki araştırmalardan da

çalışmada en erken çiçeklenme süresi 53 günle Aras 98 ve Karacaşehir 98 çeşitlerinde gerçekleştiği ve diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu görülmüştür. Fasulye çeşitlerinde en geç çiçeklenme 60 günle Akman 98 çeşidinde kaydedildiği diğer çeşitlerden istatistiki olarak farklılık oluşturduğu belirlenmiştir. Geç çiçeklenmeyi ikinci sırada 59 günle Topçu ve Alberto çeşidinin izlediği ve bunların diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli derece farklılığa sahip olduğu kaydedilmiştir. Önceler 98, Yunus 90 ve Noyanbey 98 çeşitlerinin 58 günde çiçeklenme göstererek üçüncü sırada yer aldığı ve diğerlerinden istatistiki olarak farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Göynük 98, Göksu, Bermaz çeşitlerini çiçeklenme süreleri sırasıyla 57, 56, 55 günde gerçekleştirdiği, kendi aralarında istatistiki farklılık oluşturmadığı, diğer çeşitlerden ise istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu gözlemlenmiştir.

anlaşıldığı gibi fasulyenin çiçeklenme süresi çeşide, iklim koşullarına, çevre özelliğine, uygulanan faktörlere göre değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan araştırmada kullanılan çeşitlerin çiçeklenme gün sayısı yönünden birbirinden farklı 7 grup oluşturması, çeşitler arasındaki farklılığın önemini ortaya koymaktadır.

Denemede kullanılan fasulye çeşitlerinin % 50 bakla oluşuncaya kadar geçen sürenin 77 gün ile 91 gün arasında değiştiği tespit edilmiştir. Alberto çeşidinin 91 günle en geç bakla bağladığı ve istatistiki olarak diğer çeşitlerden önemli farklılık oluşturduğu kaydedilmiştir. Bakla bağlamayı 86 günde gerçekleştiren Bermaz çeşidi, 84 günle Akman 98 çeşidi kendi aralarında ve diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli farklılık oluştururken, Topçu çeşidi Bermaz ve Akman 98 çeşidi arasında geçiş grubunu

oluşturduğu kaydedilmiştir. Göynük 98 ve Noyanbey 98 çeşitlerinin 80 günde bakla bağladığı kendi aralarında istatistiki farklılık oluşturmadığı diğer çeşitlerden ise istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu, Göksün çeşidinin 81 günde, Göynük 98 ve Noyanbey 98 ile Aras 98 çeşidi arasında geçiş grubunu oluşturmuştur. Aras çeşidi 82 günde bakla bağlayarak istatistiki olarak diğer çeşitlerden önemli farklılık oluşturduğu kaydedilmiştir. En erken 77 günle bakla bağlayan Yunus 90 çeşidi, 78 günde bakla bağlayan Önceler 98 ve Karacaşehir 98 çeşitleri kendi aralarında istatistiki farklılık oluşturmadığı diğer çeşitlerden ise istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Fasulyede bakla bağlama süresini, Anlarsal ve ark.(2000) Çukurova ekolojik şartlarında yaptıkları iki yıl süren çalışmada Şeker-Malatya çeşidinin 46 gün, Boylu (2019) Kahramanmaraş koşullarında 16 yerel fasulye çeşidiyle iki yıl yürütülen çalışmada 62.2-78.3 gün arasında, Yeken ve ark. (2019) 80 fasulye genotipinde 53-73 gün arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. Daha önceki araştırmacıların yapmış olduğu çalışmalardan da anlaşıldığı gibi bakla bağlama süresinde çeşit faktörü etkili olurken, Çukurova koşullarında daha erken olması sıcaklık faktörünün etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Bakla bağlama süresinin daha önceki araştırmacıların sonuçlarına göre daha uzun olması, araştırmanın yapıldığı yerde daha serin iklim yapısına sahip olmasından kaynaklanmıştır.

Fasulye çeşitlerin bitki boyları 62.45 cm ile 33.22 cm arasında değiştiği kaydedilmiştir. Aras 98 çeşidinin 62.45 cm(a grubu) ile en yüksek bitki boyuna sahip olduğu ve istatistiki olarak diğer çeşitlerden önemli farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Yunus 90 çeşidinin 60.57 cm(b grubu) ile ikinci sırada olup istatistiki olarak diğer çeşitlerden önemli farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Göynük 98 çeşidinin ve Önceler 98 çeşidinin aynı (c) grupta yer alarak diğer çeşitlerden ise istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu gözlemlenmiştir. Topçu çeşidinin 52.85 cm bitki boyu(d grubu) ile istatistiki olarak diğer çeşitlerden önemli farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Alberto, Bermaz, Noyanbey aynı grupta (e) yer alarak diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu gözlemlenmiştir. Akman 98 çeşidinin 35.32 cm (f grubu) ile diğer çeşitlerden önemli farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Karacaşehir 98 ve Göksün çeşidinin kendi aralarında istatistiki farklılık oluşturmadığı diğer çeşitlerden ise istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Bitki boylarının, Düzdemir (1998), Tokat ilinde koşullarında fasulye genotiplerinde 44.85-133.78 cm arasında, Kahraman ve Önder (2009) Konya koşullarında 42 fasulye çeşidinde 31.23-112.23 cm arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. Çavuşoğlu ve Akçin (2007) iki bodur fasulye çeşidiyle yapmış oldukları çalışmada; Roma-II

çeşidi 41.15 cm ile Nassau çeşidine göre (35.18 cm) %5 önem seviyesinde farklılık gösterdiğini kaydetmişlerdir. Fasulye bitkisinin bitki boylarının, Güçlü ve Önder (2019) Konya koşullarında üç standart ve 100 genotipde 5.28-218.61 cm arasında, Yeken ve ark. (2019) 80 fasulye genotipinde 25.25-261.50 cm arasında, Nadeem ve arkadaşları (2020) 183 fasulye genotiplere göre 21.0-168.7 cm ve lokasyonlara göre 25.2-52.1 cm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Daha önceki araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarda anlaşılabileceği gibi, fasulyede bitki boyu çeşitlere ve lokasyonlara göre değişkenlik göstermektedir, bu nedenle çeşitler arasındaki farklılık bölgesel olarak denenerek ortaya çıkarılabilecektir.

Araştırmada kullanılan 11 farklı çeşitlerin bakla yüksekliklerinin 12.92 cm ile 27.05 cm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Yunus 90 çeşidinin 27.05 cm(a grubu) ile en yüksek bakla yüksekliğine sahip olarak diğer çeşitlerden önemli farklılık gösterdiği, onu 22.40 cm ile Aras 98 çeşidinin izlediği tespit edilmiştir. Göynük 98 çeşidinin 21.30 cm ve Bermaz çeşidinin ise 20.90 cm bakla yüksekliği aynı grupta (c) yer aldığı diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Akman 98, Karacaşehir, Göksün kendi aralarında istatistiki farklılık oluşturmadığı diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu gözlemlenmiştir. Alberto çeşidinin ise 12.92 cm(h grubu) ile en az bakla yüksekliğine sahip olduğu ve diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Bakla yüksekliği yönünden çeşitler birbirinden farklı 7 grup oluşturmuştur (Çizelge 2). Bakla yüksekliklerini, Babagil ve ark. (2011) Erzurum iklim koşullarında 13.3 cm, Girgel ve ark (2018) Bayburt koşullarında 3 çeşit ve 13 yerel genotipte 6.7-11.1 cm arasında, Güçlü ve Önder (2019) Konya koşullarında fasulyenin üç standart çeşit ve 100 genotip üzerinde 6.78-24.45 cm arasında, Nadeem ve arkadaşları (2020) 183 fasulye genotipinin lokasyonlara göre 8.0-15.5 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bakla yüksekliği çeşit özelliklerine bağlı olmakla birlikte, toprak yapısı, gelişme döneminde havaların sıcak gitmesi ve sulama faktörlerden etkilenmektedir. Bakla yüksekliği tarımsal uygulamalar yönünden önemli bir özelliktir. Araştırmada kullanılan çeşitler arasında varyasyonun elde edilmesi, çeşit seçimini kolaylaştırmaktadır. Çeşit seçimi tek bir özellik değil, verim gibi özelliklerde dikate alınarak yapılmalıdır. Daha önceki araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarda da varyasyon elde edildiği görülmektedir.

Fasulye çeşitlerinin bitkideki bakla sayıları 17.15-43.60 adet arasında değiştiği kaydedilmiştir. Karacaşehir 98 çeşidi 43.60 bakla sayısı(a grubu) ile en yüksek bitkide bakla sayısına sahip olduğu, onu ikinci sırada Akman 98, üçüncü sırada Göynük 98 çeşidinin

izlediği, kendi aralarında istatistiki farklılık oluşturmadığı diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. En düşük baklada sayısını 17.15 adet (d grubu) ile Alberto çeşidinde görüldüğü, onu sırasıyla Önceler 98, Topçu, Bermaz, Aras 98 çeşitlerinin izlediği, Alberto çeşidi ile aralarında istatistiki olarak farklılık oluşturmadığı geçiş grubunu oluşturduğu kaydedilmiştir. Alberto çeşidi Göynük 98, Yunus 90, Noyanbey 98, Akman 98, Göksun, Karacaşehir 98 çeşidinden istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Bitkideki bakla sayısı ile ilgili yapılan çalışmada Feher ve Pıtış (1971) 5.6 adet, olduğunu gözlemlemişlerdir. Chung ve Goulden (1971) yaptıkları çalışmada yeni Zelanda iklim koşullarında tane verimi ile bitkide bakla sayısı arasında önemli ve pozitif bir bağlantı olduğunu tespit etmişlerdir. Mourice ve Tryphone (2012) farklı fosfor doz uygulamasını denedikleri yedi fasulye genotipinde bitkideki bakla sayısının çeşitlere göre değiştiğini vurgulamışlardır. Duarte ve Adams (1972) ABD’de yaptıkları çalışmada fasulyede alınan verimde bakla sayısının önemli bir etken olduğunu belirtmişlerdir. Bakla sayısını, Vakali ve ark(2009) Yunanistan’da yerel fasulye çeşitlerinde 49-101 adet arasında, Mideksa (2016), Melkassa-Ethiopia’da, 12 fasulye genotipinde 25.3-37.6 adet ve kuraklık stresi uyguladığında 18.1-30.9 adet arasında, Girgel ve ark. (2018) Bayburt koşullarında 3 çeşit ve 13 yerel genotipte 10.0-24.1 adet arasında değiştiğini a kaydetmiştir. Mideksa Egu ve Tesfaye (2018) Melkassa 25 fasulye genotipiyle yapmış oldukları çalışmada bitkideki bakla sayısının genotiplere göre su stresi karşısında % 11.5- 40.7 azaldığını vurgulamışlardır. Bakla sayısını, Yeken ve ark. (2019) 80 fasulye genotipinde 6.67-63 adet arasında, Nadeem ve arkadaşları (2020) 183 fasulye genotipinde lokasyonlara göre 9.8-18.5 adet arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Fasulyede bakla sayılarının, iklim, çevre, uygulama faktörleri ve çeşit özelliklerine göre farklılık gösterdiği daha önceki araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Bakla sayısı tane verimini belirleyen faktörlerden biridir. Bu nedenle, çeşitler arasında bakla sayısı yönünden farklılıkların elde edilmesi önemlilik arz etmektedir.

Elazığ bölgesinde 11 fasulye çeşidi ile yapılan çalışmada dolu bakla sayılarına 43.40-16.57 adet arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek 43.40 adet dolu bakla sayısı (a grubu) ile Karacaşehir çeşidinin diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Akman 98, Göynük 98, Noyanbey 98 çeşitleri aynı (b) grupta yer alarak, Yunus 90, Göksun ve Aras 98 çeşidi hariç, diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Öncüler 98, Topçu ve Bermaz çeşitleri 22.40, 22.35 ve 23.40 adet dolu baklaya sahip olduğu ve istatistiki olarak

birbirlerinden farklılık oluşturmayıp aynı grupta yer aldığı kaydedilmiştir. En az dolu bakla sayısı 16.57 adet ile Alberto çeşidinin sağladığı ve diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Mideksa Egu ve Tesfaye (2018), Melkassa’da 25 fasulye genotipiyle yapmış oldukları çalışmada bitkideki bakla sayısının genotiplere göre su stresi karşısında %11.5-40.7 azaldığını vurgulamışlardır. Boylu (2019) Kahramanmaraş koşullarında 16 yerel fasulye çeşidiyle iki yıl yürütülen araştırmada dolu bakla sayısının 2.55-16.75 adet arasında değiştiğini kaydetmiştir. İklim ve çevresel koşulları dolu bakla sayısını etkilenmektedir. Bakla doldurma döneminde bitkinin sıcaklara tepkisi önemlidir. Sıcaklara toleransa, bitkinin kökünün derinlere yayılması yanı sıra, yaprak yapısı da etkili olmaktadır. Topraktaki besin maddesi, toprak yapısı ve nem durumu da bakladaki doluluk oranına etkide bulunmaktadır.

Elazığ iklim koşullarında yapılan çalışmada fasulye çeşitlerinin hasat sürelerinin Önceler 98, Göynük 98, Yunus 90, Aras 98, Bermaz, Noyanbey 98, Karacaşehir 98 çeşitlerinde 115 gün, Göksun ve Topçu çeşitlerinde 115.75 gün, Akman 98 ve Alberto çeşitlerinde ise 116.25 gün olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3’den de görüldüğü gibi fasulye çeşitleri hasat süreleri yönünden önemli farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Olgunluk sürelerini, Güçlü ve Önder (2019) Konya koşullarında üç standart fasulye çeşidi ile 100 genotipte 95.94-138.27 gün, Yeken ve ark. (2019) 80 fasulye genotipinde 90-141 gün arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. Nadeem ve arkadaşları (2020) 183 fasulye genotipte olgunluk gün sayısının çeşitlere göre 99-161 gün, lokasyonlara göre 107-129 gün arasında değiştiğini, olgunlaşma gün sayısının seçim kriteri olarak önemlilik arz ettiğini belirtmişlerdir.

Elazığ iklim koşullarında denenen fasulye çeşitlerinde en az tane verimin Alberto çeşidinde 141.43 kg da<sup>-1</sup> olarak elde edildiği, Alberto çeşidini ikinci sırada Topçu çeşidi 171.80 kg da<sup>-1</sup>, Akman 98 çeşidi 193.13 kg da<sup>-1</sup>, Göksun çeşidinin 235.70 kg da<sup>-1</sup> ile izlediği ve kendi aralarında istatistiki farklılık oluşturmadığı, diğer çeşitlerden istatistiki olarak önemli farklılık oluşturduğu kaydedilmiştir. Fasulye çeşitleri arasında en yüksek tane verimi 333.10 kg da<sup>-1</sup> ile Aras 98 çeşidinden sağlandığı, onu sırasıyla Yunus 90 çeşidinin 326.68 kg da<sup>-1</sup>, Göynük 98 çeşidinin 325.28 kg da<sup>-1</sup>, Önceler 98 çeşidinin 318.13 kg da<sup>-1</sup>, Bermaz çeşidinin 287.58 kg da<sup>-1</sup> Noyanbey 98 çeşidinin 282.60 kg da<sup>-1</sup>, Karacaşehir 98 çeşidinin 268.65 kg da<sup>-1</sup> ile izlediği tespit edilmiştir. Aras 98, Yunus 90, Göynük 98, Önceler 98 çeşitleri istatistiki olarak Alberto, Topçu ve Akman 98 çeşitlerinden tane verimi yönünden önemli derecede farklılık oluşturduğu belirlenmiştir. Fasulye bitkisinin tane verimiyle ilgili yapılan çalışmalarda, Çiftçi ve Yılmaz (1992), Van ilinde 124-198 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini, Bozoğlu ve



Gülümser (2000) Samsun koşullarında 162.7-237.7 kg da<sup>-1</sup> arasında, Hakyemez ve ark, (2005) Çanakkale ilinde en yüksek tane verimini Göynük-98 çeşidinden 116.4 kg da<sup>-1</sup>, Fırtına (2006) Van ilinin Gevaş ilçesinde en yüksek verimin 472.0 kg da<sup>-1</sup> ile Aras-98 çeşidinde, en az verimi ise 285.0 kg da<sup>-1</sup> Şeker çeşidinde, Ceyhan ve ark. (2009) 322.2-850 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Mourice ve Tryphone (2012) farklı fosfor doz uygulamasını denedikleri yedi fasulye genotipinde tane veriminin 299-514 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini belirmişlerdir. Mideksa (2016), Melkassa-Ethiopia'da 25 fasulye genotipinin tane verimleri 147.5-194.7 kg da<sup>-1</sup> ve kuraklık stresi uyguladığında

72.5-125.3 kg da<sup>-1</sup> arasında olduğunu kaydetmiştir. Mideksa Egu ve Tesfaye (2018), Melkassa'da 25 fasulye genotipyle yapmış oldukları çalışmada tane veriminin 147.7-195.8 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Daha önceki araştırmacıların elde ettikleri sonuçlardan da anlaşılacağı gibi, tane verimi çeşide, çevresel faktörlere ve kültürel uygulamalara göre varyasyon göstermektedir. Ekoloji uyum araştırmasında, çeşitler arasındaki varyasyonlar dikate alınırken, verime bağlı özelliklerin birlikte incelenmesi ve vejetasyon süresinin dikkate alınması yapıcı çeşit seçiminde başarıyı artıracaktır.

Çizelge 3. Fasulye çeşitlerinin dolu bakla sayıları, olgunluk süreleri, tane verimlerinin ortalamaları ve grupları  
Table 3. The average and groups of filled pod number, ripening period and grain yield of bean varieties.

Genotipler ( <i>Genotypes</i> )	Dolu bakla sayıları(adet) ** ( <i>Filled pod number</i> )	Olgunluk süreleri(gün) ( <i>Ripening period</i> )	Tane verimleri(kg da <sup>-1</sup> ) ** ( <i>Grain yield</i> )
Önceler 98	22.40±3.88 cd	115.00±0.81	318.13±93.00 a
Göynük 98	33.90±9.85 b	115.00±0.81	325.28±156.15 a
Yunus 90	29.70±12.50 bc	115.00±0.81	326.68±204.24 a
Topçu	22.35±7.38 cd	115.75±0.95	171.80± 128.58bc
Aras 98	25.40±6.69 bcd	115.00±0.81	333.10±152.58 a
Alberto	16.57±6.50 d	116.25±0.95	141.43±80.24 c
Bermaz	23.40±3.97 cd	115.00±0.81	287.58±172.72 ab
Noyanbey 98	33.25±7.02 b	115.00±0.81	282.60±158.81 ab
Akman 98	34.20±9.50 b	116.25±0.95	193.13±88.97 bc
Göksun	28.27±5.97 bc	115.75±0.95	235.70±82.45 abc
Karacaşehir 98	43.40±11.94 a	115.00±0.81	268.65±94.24 ab
C.V.	21.00	0.667	28.494

\*\* : p < 0.01, Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemsizdir.

## SONUÇ

Doğu Anadolu bölgesinin Elazığ yöresinde 11 farklı fasulye çeşidi kullanılarak yürütülen çalışmada, Önceler 98, Göynük 98, Yunus 90, Aras 98 çeşitlerinin diğer çeşitlerden daha yüksek kuru fasulye tane verimine sahip olması ve aynı zamanda olgunlaşma süresini tamamlamaları nedeniyle önerilecek çeşitler olarak kabul edilmiştir. Araştırmanın sonraki yıllarda da sürdürülmesinde yarar vardır.

## TEŞEKKÜR

Araştırma Tolga KARABACAĞ'ın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

Anlarsal AE, Yücel C, Özveren D 2000. Çukurova Koşullarında Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşitlerinde Tane Verimi ve Verimle İlgili

Özellikler ile bu Özellikler Arası İlişkilerin Saptanması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24: 19–29.

Anonim 2017. T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı Elazığ Meteoroloji Bölge Müdürlüğü.

Anonim 2018. Elazığ Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Toprak Analiz Laboratuvarı.

Anonim 2020. Elazığ İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Tarla Bitkileri İstatistikleri. Elazığ.

Atıcı ÖF 2013. Giresun İlinde Toplanan Yerel Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Bazı Bitkisel Özellikleri ile Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 63 sy.

Boylu ÖA 2019. Doğu Akdeniz Bölgesinde Yetişen Yerel Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Genotiplerinin Morfolojik, Agronomik, Kalite Ve Moleküler Özellikler Yönünden Karakterizasyonu. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 117 sy.

Babagil GE, Tozlu E, Dizikisa T 2011. Erzincan ve Hınıs ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 42 (1): 11-17.



- Bozoğlu H, Gülümser A 2000. Kuru Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Bazı Tarımsal Özelliklerin Genotip Çevre İnteraksiyonları ve Stabilitelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24: 211–220.
- Chung JH and Goulden DS 1971. Yield Components of Haricot Beans (*Phaseolus vulgaris* L) Grown at Different Plant Densities. New Zealand Journal of Agricultural Research, 14:227-234.
- Çavuşoğlu A, Akçin A 2007. Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşitlerinde Farklı Gübre Kombinasyonlarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (43): 106-111.
- Çınar T 2015. Bazı Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Erzurum Ekolojik Koşullarına Adaptasyonu ve Tarımsal Özellikleri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 77 sy.
- Duarte RA, Adams MW 1972. A Pathcoefficientanalysis of Some Yield Component Interrelation in Field Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Science, 12:579- 582.
- Düzdemir O 1998. Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinde Verim ve Diğer Bazı Özellikler Üzerine Bir Araştırma. Gazi Osman Paşa Üniversitesi, FBE Yüksek Lisans Tezi.
- Feher E, Pıtış SA 1971. Comparative Study of Some Varieties and Populations of Beans Grown for Seed in the Pedoclimatic Conditions of the Experimental Didactic Station Ranu-Maracine. Biologiee.Stiinte Agricole, 3: 225-231.
- Girgel Ü, Çokkızgın A, Çölkesen M 2018. Bayburt Koşullarında Organik Olarak Yetiştirilen Bazı Yerel Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Bazı Morfolojik ve Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(5): 530-535.
- Güçlü M, Önder M 2019. Agronomic Characteristics of Domestic and Abroad Originated Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes. Selcuk J Agr Food Sci, 33 :2, 148-153.
- Kahraman A, Önder M 2009. Konya Bölgesinde Yetiştirilen Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinde Verim ve Bazı Verim Ögelerinin Belirlenmesi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19 – 22 Ekim 2009, Hatay, Cilt1 : 309-313.
- Mideksa A 2016. Evaluation of Morphological Aspects of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes for Post-Flowering Drought Resistance in Rift Valley of Ethiopia. African Journal of Agricultural Research, 11(32): 3020-3026.
- Mideksa Egu A, Tesfaye K 2018. Morpho-Physiological Characterization Related to Drought Tolerance of Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Genotypes. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research 6(1): 39–46.
- Mourice SK, Tryphone GM 2012. Evaluation of Common Bean(*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes for Adaptation to Low Phosphorus. International Scholarly Research Network ISRN Agronomy. Volume 2012, Article ID 309614, 9 pages doi:10.5402/2012/309614.
- Nadeem MA, Karaköy T, Yeken M Z, Habyarimana E, Hatipoglu R, Çiftçi V, Nawaz M A, Sönmez F, Shahid MO, Yang SH, Chung G, Baloch F S 2020. Phenotypic Characterization of 183 Turkish Common Bean Accessions for Agronomic, Trading, and Consumer-Preferred Plant Characteristics for Breeding Purposes. Agronomy 2020, 10, 272; doi:10.3390/agronomy10020272.
- Pekşen E 2005. Samsun koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin tane verimi ve verimle ilgili özellikler bakımından karşılaştırılması. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3): 88-95.
- Porch TG, Jahn, MM 2001. Effects of High-Temperature Stress on Microsporogenesis in Heat-Sensitive and Heat-Tolerant Genotypes of *Phaseolus Vulgaris*. Plant, Cell and Environment, 24:723-731. DOI:10.1046/j.1365-3040.2001.00716.xCorpus ID: 85601079
- Rochfort S, Panozzo J 2007. Phytochemicals for Health, the Role of Pulses. J Agric Food Chem, 55:7981–7994.
- Servia JLC, Garcaa E H, Perez NM, Bolaaos ENA, Delgado SH, Rodriguez JCC, Langarica HRG, Guzman AMV 2016. Diversity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces and the Nutritional Value of Their Grains. Chapter 1 <http://dx.doi.org/10.5772/63439>.
- Salcedo JM 2008. Regeneration Guidelines: Common Bean. In: Dull ME, Thormann I, Jorge MA, Hanson J, editors. Crop Specific Regeneration Guidelines (RD\_ROM). CGIAR System-Wide Genetic Resource Programme, Roma, Italy. ) pp.9.
- Suarez-Martinez SE, Ferriz-Martinez RA, Campos-Vegab R, Elton-Puentea JE, Torre Carbota K, Garcia-Gasca T 2016. Bean Seeds: Leading Nutraceutical Source for Human Health. CyTA – Journal of Food, 14 (1): 131–137.
- Stagnari F, Maggio A, Galieni A, Pisante M 2017. Multiple Benefits of Legumes for Agriculture Sustainability: An Overview. Chem. Biol. Technol. Agric. 4: 2.
- Vakali C, Papathanasiou F, Papadopoulos I, Tamoutsidis E 2009. Preliminary Results on a Comparative Study Evaluating Land Races of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Under Organic Agriculture in a Protected Area in Greece. 2nd Scientific Conference with in the Frame Work of the 9th European Summer Academy on Organic Farming June 24 - 26, 2009, Lednicena Morave, Czech Republic.
- Yeken MZ, Nadeem MA, Karaköy T, Baloch FS, Çiftçi

V 2019. Determination of Turkish Common Bean Germplasm for Morpho-Agronomic and Mineral Variations for Breeding Perspectives in Turkey. KSU J. Agric Nat 22(Suppl 1): 38-50.

## The Effects of Different Irrigation Levels and Nitrogen Rates on Peanut Yield and Quality in Southeastern Anatolia Region of Turkey

Erkan BOYDAK<sup>1\*</sup>, Mehmet ŞİMŞEK<sup>2</sup>, Ali Rıza DEMİRKIRAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bingöl University, Agricultural Faculty, Field Crop Department, Bingöl, <sup>2</sup>Şırnak University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Department of Hydraulics, Bingöl <sup>3</sup>Bingöl University, Agricultural Faculty, Soil Science and Plant Nutrition Department, Bingöl/Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-3466-5356>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-9552-1743>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-2345-6789>

✉: eboydak@bingol.edu.tr

### ABSTRACT

The aim of research about irrigation and nutrition of peanut is to determine most suitable irrigation level and nitrogen fertilizer dose for peanut in the Harran conditions (Şanlıurfa, Turkey). In this study, different amounts of the nitrogen (N<sub>1</sub>:0, N<sub>2</sub>:40, N<sub>3</sub>:80, and N<sub>4</sub>:120 kg N ha<sup>-1</sup>) were applied as ammonium nitrate in two times as planting and flowering times to peanut plants. The irrigation levels were determined as 100, 75, 50, and 25% of the irrigation required and labeled as I<sub>1</sub> (first irrigation), I<sub>2</sub> (second irrigation), I<sub>3</sub> (third irrigation), and I<sub>4</sub> (fourth irrigation), respectively. In this study, positive and significant effect were found that the need protein and the increasing of peanut yield with its components were increased with 120 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen fertilization (N<sub>4</sub>) and no-deficit water (100%:I<sub>1</sub>) while the variable 100 fruit weight were increased with 80 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen fertilization (N<sub>3</sub>) and no-deficit water (100%:I<sub>1</sub>) application on plant. The plant height and 100 seed weight except 2<sup>nd</sup> year were also increased with 80 kg ha<sup>-1</sup> nitrogen (N<sub>3</sub>) and no-deficit water (100%:I<sub>1</sub>).

### Research Article

#### Article History

Received : 03.07.2020

Accepted : 13.08.2020

#### Keywords

Nitrogen fertilizer

Irrigation

Peanut

*Arachis hypogaea* L.

Harran

## Güneydoğu Anadolu Bölgesi Şartlarında Farklı Sulama Düzeyleri ve Azot Oranlarının Yerfıstığı Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisi

### ÖZET

Bu çalışma ile Harran koşullarında (Şanlıurfa, Türkiye) yerfıstığı için en uygun sulama seviyesini ve azotlu gübre dozunu belirlemek amaçlanmıştır. Azotlu gübre uygulamaları (N<sub>1</sub>: 0, N<sub>2</sub>: 40, N<sub>3</sub>: 80 ve N<sub>4</sub>: 120 kg N ha<sup>-1</sup>) amonyum nitrat olarak, ekimden sonra % 50'si, diğeri çiçeklenmede) uygulanmıştır. Sulama seviyeleri; sırasıyla gerekli sulama seviyesinin % 100'ü (I<sub>1</sub>), % 75'i (I<sub>2</sub>), % 50'si (I<sub>3</sub>) ve % 25'i (I<sub>4</sub>) olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, uygulamalara bağlı olarak protein ve yerfıstığı veriminin 120 kg N ha<sup>-1</sup> azot gübrelemesi (N<sub>4</sub>) ve % 100 (I<sub>1</sub>) sulama uygulaması ile arttığı bulunmuştur. En fazla bitki meyve ağırlığı 80 kg N ha<sup>-1</sup> azot gübreleme (N<sub>3</sub>) ve % 100 sulama uygulaması ile elde edilmiştir. Yine en yüksek bitki boyu (2. yıl hariç) ve en fazla 100 tohum ağırlığı da yine 80 kg N ha<sup>-1</sup> azot (N<sub>3</sub>) ve % 100 sulama uygulaması ile tespit edilmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 03.07.2020

Kabul Tarihi : 13.08.2020

#### Anahtar Kelimeler

Azotlu gübreleme

Sulama

Yerfıstığı

*Arachis hypogaea* L.

Harran

**To Cite :** Boydak E, Şimşek M, Demirkıran AR 2020. The Effects of Different Irrigation Levels and Nitrogen Rates on Peanut Yield and Quality in Southeastern Anatolia Region of Turkey. KSU J. Agric Nat 24 (2): 306-312. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.763481>.

### INTRODUCTION

In the world, peanut (*Arachis hypogaea* L.) is an important summer oil and food grain legume, and it contains fiber (approximately 5%), carbohydrate (20%), protein (25-30%), oil (50%) and ash for human food (Arioğlu et al., 2016). Peanut is grown in semiarid and arid regions and needed irrigation to produce for

more yields. Plant yields are controlled by environment conditions. Peanut plants are most sensitive to water stress in the flowering time and pod filling like other plants. Adequate irrigation and soil moisture in the plant production are critical factors for formation of peanut pods (Reddy et al., 2003).

Trostle (2004 and 2005) found that the legume

response to N fertilization is inconsistent. The response of peanut to N fertilizer has been attributed to differences in environmental and edaphic conditions (Reddy et al., 2003; Lanier et al., 2005). Nitrogen element is an important and critical nutrient for developing and producing of plant (Erisman et al. 2010). Nitrogen is also present in the plant metabolisms as amino acids in the functional proteins positively affects the content of protein and increases the scope of amino acids (Kasap et al., 1999; Rowland et al., 2012; Arıoğlu et al., 2016).

Some studies (Sun et al., 2010; Chen et al., 2015) have shown that fixation of N in the nodules could occur only 40 to 50% of nitrogen needed by peanut growth. This condition has indicated that more than half of the N requirement by peanuts has been taken up from soil and fertilizer. It was reported by Kandil et al. (2007) that the rising to 40 kg/ha nitrogen level increased some plant characteristics such as leaves numbers, pods, stems, and its dry weight per plant. It was also determined by Ali and Seyyed (2010) and Ali and Ebrahim (2011) underlined that use of N fertilizer resulted in the increasing of the kernel and pod yield. Wen et al. (2001) reported that the maximum recommendable amount of nitrogen was 120 kg N ha<sup>-1</sup> for the sandy soil condition in Japan.

Barbieri et al. (2017) designed an experiment that 4 evapotranspiration levels (30, 70, 110 and 150%, ET<sub>0</sub>) and different nitrogen doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg/ha) were studied with two peanut varieties in Brazil. Irrigation stages were 110% of ET<sub>0</sub>. In the 150% of ET<sub>0</sub> application showed higher husk yield, and lower grain yield. Hu et al. (2018) conducted the experiment that they used peanut with different N treatments (N<sub>0</sub>:

0 kg, N<sub>1</sub>: 40 kg, N<sub>2</sub>: 60 kg and N<sub>3</sub>: 80 kg) and irrigation managements (W<sub>0</sub>: the rain-fed circumstance and W<sub>1</sub>: the supplemental irrigation based on the soil moisture with lower limit of soil water of 55% of field capacity, FC) in China. The yield of peanut increased with rising nitrogen application except decreasing at N<sub>3</sub> application. N levels, irrigation managements and their interactions affected significantly on the peanut yield. Researchers also stated that the highest yield had in the W<sub>1</sub>N<sub>2</sub> treatment.

In this study, the response of peanut, in its various doses of nitrogen fertilizations with different irrigation levels on growth has been studied in Şanlıurfa agricultural conditions, Turkey. Irrigation methods and the quantities of water needs were applied to determine the some growth and yield characteristics of *Arachis hypogaea* L., NC7 var.).

## MATERIAL and METHODS

### Study Area Conditions

The used soil results were generally given as follows: moderately alkaline (pH:7.5), clayey, highly lime and low organic matter content. Field capacity (FC) of soils was 32.71-33.84%, permanent wilting point was 21.18-22.55% and bulk density between 1.37 and 1.41 g cm<sup>-3</sup>. The maximum air temperature, maximum rainfall and moisture of this area were 43.3 °C (in July), 93.1 mm (in January) and 71% (in January) respectively. In this study, peanut (*Arachis hypogaea* L., NC-7 var.) was grown two years (in 2004 and 2005 years from June to October). The meteorological data of this area are presented belonging to the season of peanuts planted in Table 1.

Table 1. Meteorological data in Sanliurfa.

#### Çizelge 1. Şanlıurfa'nın meteorolojik verileri.

Year (Yıl)	Month (Ay)	June (Haziran)	July (Temmuz)	August (Ağustos)	September (Eylül)	October (Ekim)
2004	Av. temperature, °C (Ortalama sıcaklık, °C)	29.0	32.8	30.8	27.3	21.7
	Max. temperature, °C (Maksimum sıcaklık, °C)	39.4	43.3	43.1	38.5	35.0
	Min. temperature, °C (Minimum sıcaklık, °C)	17.3	21.1	20.0	16.4	11.3
	Relative humidity, % (Nem, %)	33.5	27.0	40.7	34.8	35.2
	Total rainfall, mm (Toplam yağış, mm)	0	0	0	0	
2005	Av. temperature, °C (Ortalama sıcaklık, °C)	27.4	33.0	32.1	26.3	18.6
	Max. temperature, °C (Maksimum sıcaklık, °C)	38.5	43.7	43.5	37.2	32.0
	Min. temperature, °C (Minimum sıcaklık, °C)	15.1	20.4	20.0	16.0	6.8
	Relative humidity, % (Nem, %)	35.9	32.8	44.7	46.0	52.9
	Total rainfall, mm (Toplam yağış, mm)	31.3	0	2.3	0	17.4

The experiment was set up in the Harran University Research Field Area, Turkey located at 37°07'23" N and 38°49'02" E. The altitude of the study area is 467 m.

### Experimental Design

In the experiment, peanut selected as NC-7 variety was grown from May 14 to September 10 in 2004 and from May 17 to September 14 in 2005. The study was carried out to determine the effects of different amounts of nitrogen (N<sub>1</sub>:0, N<sub>2</sub>:40, N<sub>3</sub>:80, and N<sub>4</sub>:120 kg N ha<sup>-1</sup> on the peanut yield and other parameters. The

nitrogen fertilizer source was ammonium nitrate (26% N) and the nitrogen of 50% during was applied the planting time the other 50% of it was applied at the flowering stage. The plots were fertilized with 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> as phosphorus fertilizer as TSP with planting. The seeds were sown with 20 cm row spacing and 5 cm rows. The row spacing was 70 cm in 4 row-



plots. The experiment was designed as split-plots which main plot is nitrogen with three replicates. Irrigation levels were calculated with class A evaporation pan which measured the volume of evaporating water. Irrigation levels (I) were planned as 100%, 75%, 50%, and 25% of the required irrigation methods (represented with I<sub>1</sub>:first, I<sub>2</sub>:second, I<sub>3</sub>:third, and I<sub>4</sub>:fourth, respectively) to determine most suitable irrigation level for peanut in the Harran conditions. The sprinklers were lined 6 m apart from each other and flow rate was 3 atm pressures. Irrigation level was 100% at the closest line to the sprinklers, and followed by 75%, 50%, and 25%, respectively. The pesticides were not used in the experiment. It was performed until the plants covered inter rows by hoeing.

### Statistical Analysis

The statistical analyses of data were carried out using Statistical Analysis System, JMP. The significant differences were founded by using the Least Significant Difference (LSD) multiple range test at  $p < 0.05$ .

## RESULTS and DISCUSSION

### Agronomic Characteristics of Peanut Plant

The data of the treatment on the some yield components of peanut as brunch number, fruit weight and seed weight is shown in Table 2.

In this study, water deficits reduced the plant height of peanuts leaves, brunch number in per plant, 100 fruit weight and 100 seed weight. The effect of nitrogen applications as N<sub>3</sub> (1<sup>st</sup> year) and N<sub>2</sub> (2<sup>nd</sup> year) on the plant height increased. The brunch number of plants also increased with nitrogen applications as N<sub>4</sub> (1<sup>st</sup> year) and with nitrogen application and irrigation 2 method, N<sub>4</sub>+I<sub>2</sub> (2<sup>nd</sup> year). The 100 fruit numbers of plants also increased with nitrogen applications as N<sub>3</sub> (1<sup>st</sup> year and 2<sup>nd</sup> year) in the study (Table 2).

Statistically, deficit irrigation significantly affected some agronomic characteristics of peanut. The some yield components of the plant are statistically significant between full irrigation (I<sub>1</sub>) and deficit irrigation treatments (I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, and I<sub>4</sub>). The plant height of peanut was reduced by in I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, and I<sub>4</sub> with comparing full irrigation (I<sub>1</sub>). N-fertilization of 80 kg N ha<sup>-1</sup> in first year and 40 kg N ha<sup>-1</sup> in second year were more effective in increasing of the plant height. The brunch numbers of plants were generally reduced by application of the deficit irrigation level in two years. Nitrogen fertilization of 120 kg N ha<sup>-1</sup> in two years was founded more effective in increasing of the plant brunch number with the highest plant brunch number was determined at I<sub>2</sub> application in the second year. The 100 fruit weight and 100 seed weight of the plants were also reduced by application of the deficit irrigation in two years. 80 kg N ha<sup>-1</sup> in two years was

determined that it is effective in increasing of the 100 fruit weight. 80 kg N ha<sup>-1</sup> was determined that it is effective with I<sub>2</sub> irrigation level in first year and with I<sub>1</sub> irrigation level in second year.

The vegetative growth of peanut and its components were sensitive to water stress (Reddy and Reddy, 1993; Reddy et al. 2003). Nitrogen also most important element to develop for plants (Erisman et al. 2010). Jana et al. (1990) stated that 40 kg N ha<sup>-1</sup> produced a pod yield. Kandil et al. (2007) founded that the nitrogen level was increased stems, leaves number, total pods, and pod dry weight in per plant. Barbieri et al. (2017) stated that the treatments of ET<sub>0</sub> as 30% and 70% of the allowed more growth as height, but small productivity. Chung et al. (1997) found that water deficits reduce the number of leaves per plant, leaf areas and leaf weight. Findings are in agreement with the these researchers.

### Yields of Peanut

Deficit water application on peanut (NC7) were generally reduced the peanut yield (as g plant<sup>-1</sup> and kg ha<sup>-1</sup>) and seed percent in this study. Nitrogen application (at I<sub>2</sub>N<sub>4</sub> application in 1<sup>st</sup> year and I<sub>1</sub>N<sub>4</sub> application in 2<sup>nd</sup> year) with deficit water application on peanut (NC7) increased the yield (g plant<sup>-1</sup>). In general yield (kg ha<sup>-1</sup>), nitrogen application (at I<sub>1</sub>N<sub>4</sub> in 1<sup>st</sup> year and at I<sub>1</sub>N<sub>3</sub> in 2<sup>nd</sup> year) with deficit water application on peanut (NC7) were increased this study. Nitrogen application (at I<sub>2</sub>N<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub>I<sub>2</sub> and I<sub>3</sub> N<sub>4</sub> applications in 1<sup>st</sup> year and I<sub>1</sub>N<sub>2</sub>, I<sub>1</sub>N<sub>3</sub> and I<sub>1</sub>N<sub>4</sub> applications in 2<sup>nd</sup> year) with deficit water application on peanut (NC7) were found highest increased the seed percent (%) (Table 3).

### Protein and Oil Levels of Peanut

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is an oil seed crop and contain over 50% oil and 25% protein. Nitrogen is most important for level of amino acids and proteins. Also, nitrogen is the element that is more taken with plants. It is also fundamental element for the photosynthetic process (Erisman et al., 2010; Rowland et al., 2012; Neto et al., 2012; Arıoğlu et al., 2016).

Decreasing of irrigation levels with increasing nitrogen applications have significantly affected and increased to the protein ratio of peanut seeds in both years (Table 4). The effect of deficit irrigation applications and nitrogen fertilizing was found different effect on oil contents of peanut seeds in both years in which as the oil content was in the same group statistically no-nitrogen application with 100% irrigation method. Therefore, a lot of application on the oil content of peanut seed was found statistically in the same group (as: N<sub>1</sub>-I<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>-I<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>-I<sub>1</sub>, N<sub>3</sub>-I<sub>2</sub> and N<sub>4</sub>-I<sub>2</sub> in 1<sup>st</sup> year and N<sub>1</sub>-I<sub>1</sub>, N<sub>1</sub>-I<sub>2</sub>, N<sub>1</sub>-I<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>-I<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>-I<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>-I<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>-I<sub>4</sub>, N<sub>3</sub>-I<sub>1</sub>, N<sub>4</sub>-I<sub>1</sub>, N<sub>4</sub>-I<sub>2</sub> and N<sub>4</sub>-I<sub>4</sub> in 2<sup>nd</sup> year).

Table 2. Means of some agronomic traits on peanut in 2004 and 2005.

Çizelge 2. Yerfıstığında 2004-2005 yıllarındaki bazı tarımsal özelliklerin ortalamaları

Plant height, cm ( <i>Bitki boyu, cm</i> )										
	1 <sup>st</sup> year (1. yıl)					2 <sup>nd</sup> year (2. yıl)				
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	Mean (Ort.)	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	Mean (Ort.)
I <sub>1</sub>	23.30 ±0.53d	27.30 ±0.29b	29.37 ±0.59 a	22.53±0.56 de	25.63 ±0.88	28.43 ±1.15 bc	32.50 ±0.80 a	31.10 ±1.76 ab	30.90 ±1.47 ab	30.73 ±0.72
I <sub>2</sub>	16.27 ±0.46g	21.53 ±0.38e	25.80 ±0.17 c	16.93±0.15 fc	20.13 ±1.17	21.33 ±1.04 d	26.83 ±0.73 c	29.30 ±0.35 bc	21.06 ±0.55 d	24.63 ±1.11
I <sub>3</sub>	13.20 ±0.70h	17.67 ±0.56f	16.57 ±0.46 fg	15.97±0.58 g	15.85 ±0.56	16.67 ±1.21 ef	19.23 ±1.01 de	20.30 ±0.82 d	19.87 ±1.37 d	19.02 ±0.64
I <sub>4</sub>	8.03 ±0.62k	10.20 ±0.27j	11.40 ±0.63 ij	11.80 ±0.40 ı	10.36 ±0.49	10.13 ±0.69 h	12.97 ±0.35 gh	13.20 ±1.13 g	15.13 ±0.90 fg	12.86 ±0.64
Mean (Ort.)	15.20 ±1.68	19.18 ±1.88	20.78 ±2.17	16.81 ±1.17		19.14 ±2.06	22.88 ±2.26	23.47 ±2.23	21.74 ±1.80	
LSD,5%	0.67					1.51				
CV (%)	4.46					8.29				
Branch number, per plant ( <i>Bitkideki Dal sayısı</i> )										
I <sub>1</sub>	7.20 ±0.06 b	7.10 ±0.12 b-d	7.00 ±0.06 b-e	7.83 ±0.12 a	7.28 ±0.11	5.50 ±0.06 e	5.53 ±0.09 e	5.93 ±0.13 c	5.83 ±0.09 cd	5.70 ±0.07
I <sub>2</sub>	7.20 ±0.06 b	6.97 ±0.12 c-e	6.80 ±0.06 e	6.90 ±0.06 de	6.97 ±0.06	4.80 ±0.06 gh	4.93 ±0.09 fg	5.93 ±0.09 c	6.93 ±0.07 a	5.65 ±0.26
I <sub>3</sub>	7.00±0.06be	7.03 ±0.03 b-d	7.06 ±0.09 b-d	6.93 ±0.09 c-e	7.00 ±0.03	4.63 ±0.03 h	5.20 ±0.06 f	5.97 ±0.09 c	6.67 ±0.17 ab	5.62 ±0.24
I <sub>4</sub>	6.90 ±0.06 de	7.13 ±0.09 bc	6.90 ±0.06 de	7.13 ±0.03 bc	7.02 ±0.04	4.80 ±0.06 gh	4.13 ±0.12 ı	5.60 ±0.06 de	6.63 ±0.09 b	5.29 ±0.28
Mean (Ort.)	7.08 ±0.05	7.06 ±0.05	6.94 ±0.04	7.20 ±0.12		4.93 ±0.10	4.95 ±0.16	5.86 ±0.06	6.51 ±0.13	
LSD 5%	0.11					0.13				
CV (%)	1.80					2.89				
100 Fruit weight, g ( <i>100 meyve ağırlığı, g</i> )										
I <sub>1</sub>	159.37±4.90b	156.03 ±2.58 b	170.47 ±2.83 a	165.93 ±2.09 a	162.95 ±2.20	187.17±8.33 ac	180.23±3.94 bc	195.67 ±3.04 a	191.67±7.50ab	188.68 ±3.13
I <sub>2</sub>	109.30±0.59 e	130.10 ±1.46 c	130.50 ±2.92 c	156.83 ±1.36 b	131.68 ±5.16	129.43 ±4.96 f	157.30 ±0.90 d	154.77±2.26 de	176.53 ±2.83c	154.51 ±5.22
I <sub>3</sub>	105.23±1.56 e	119.67 ±0.99 d	119.47 ±2.11 d	129.80 ±3.65 c	118.54 ±2.81	114.13±7.43 gh	150.57±3.18 de	143.77 ±1.74 e	161.00±1.95de	142.37 ±5.56
I <sub>4</sub>	88.53±1.83 gh	92.57 ±0.46 fg	95.40 ±2.66 f	82.60 ±1.38 h	89.78 ±1.63	102.77 ±4.02 hı	119.77 ±1.28 fg	116.93 ±1.55 g	98.60 ±4.07ı	109.52 ±3.01
Mean (Ort.)	115.61±8.06	124.59 ±6.89	128.96 ±8.25	133.79 ±9.83		133.38 ±10.17	151.97 ±6.61	152.78 ±8.59	156.95 ±10.85	
LSD,5%	3.12					6.24				
CV (%)	2.97					5.02				
100 Seed weight, g ( <i>100 tohum ağırlığı, g</i> )										
I <sub>1</sub>	76.08 ±2.46bc	64.84 ±4.65 de	79.38 ±2.24 ab	64.67 ±3.26d-f	71.24 ±2.43	77.33 ±4.78 b	75.83 ±0.91 bc	73.63 ±3.82 b-d	88.80 ±1.54 a	78.90 ±2.23
I <sub>2</sub>	62.77 ±3.36e-g	69.87 ±2.95 c-e	67.78 ±2.07 de	85.16 ±2.26 a	71.39 ±2.77	76.17 ±1.68 bc	71.80 ±1.62 b-e	70.77 ±3.22 c-e	76.33 ±0.44 bc	73.77 ±1.14
I <sub>3</sub>	65.96 ±0.21 de	50.69 ±1.58 h	66.87 ±2.11 de	71.90 ±1.94 cd	63.85 ±2.49	51.03 ±3.93 ı	61.10 ±1.44 fg	68.80 ±2.17 de	57.63 ±1.22 gh	59.64 ±2.19
I <sub>4</sub>	57.51 ±0.70 f-h	51.37 ±0.17 h	56.38 ±1.06 gh	56.91 ±3.50 gh	55.54 ±1.08	57.53 ±1.52 gh	51.60 ±2.65 hı	66.03 ±1.71 ef	53.70 ±1.55 hı	57.21 ±1.85
Mean (Ort.)	65.58 ±2.23	59.19 ±2.80	67.61 ±2.59	69.66 ±3.36		65.52 ±3.73	65.08 ±2.95	69.81 ±1.48	69.12 ±4.32	
LSD,5%	3.64					3.09				
CV (%)	6.67					5.49				

Table 3. Means of peanut yields, yield per plant and seed percentage.

Çizelge 3. Yerfıstığı verim, bitkibaşına verim ve iç oranı ortalamaları.

Yield per plant, g ( <i>Bitki başına verim, g</i> )										
	1 <sup>st</sup> year					2 <sup>nd</sup> year				
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	Mean (Ort.)	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	Mean (Ort.)
I <sub>1</sub>	50.00 ±1.01 d	59.87 ±3.48 c	62.13 ±0.88 bc	64.37 ±2.26 b	59.09 ±1.90	91.80 ±0.98 d	95.70±2.52 cd	104.20 ±2.23b	116.20±3.71 a	101.98 ±3.02
I <sub>2</sub>	46.47 ±2.84 de	44.10 ±2.46 e	45.67 ±1.63 de	72.83 ±1.36 a	52.27 ±3.71	69.30 ±0.51 ef	72.87±1.16 e	100.47±4.28bc	99.80±3.38 bc	85.61 ±4.56
I <sub>3</sub>	21.27±0.38 gh	35.37 ±1.10 f	38.73 ±1.07 f	39.33 ±1.87 f	33.68 ±2.27	46.37±3.48 gh	42.20±1.46 h	52.33 ±2.81g	64.36±1.71 f	51.32 ±2.74
I <sub>4</sub>	16.17 ±0.74 ı	21.93 ±1.25 g	18.83 ±1.09 g-ı	17.17±1.09hı	18.53 ±0.80	24.60 ±0.90 k	31.63±0.41 ij	28.50±0.42jk	34.53±0.43 ı	29.81 ±1.14
Mean(Ort.)	33.48 ±4.55	40.32 ±4.27	41.34 ±4.71	48.43 ±6.63		58.02 ±7.61	60.60±7.66	71.38 ±9.76	78.73 ±9.61	
LSD,5%	2.20					3.00				
CV (%)	6.46					5.36				
Yield, kg da <sup>-1</sup> ( <i>Verim, kg da<sup>-1</sup></i> )										
I <sub>1</sub>	410.89±14.61 f	477.75±6.66 bc	495.66±8.25 b	527.68±8.13 a	477.99±13.54	556.11±10.45d	645.57 ±20.19c	762.63±19.88a	708.28 ±8.60 b	668.15±24.11
I <sub>2</sub>	444.12±9.05 e	356.80±11.45 g	452.83±6.46 de	469.01±9.58cd	430.69±13.73	482.43±9.39e	551.09 ±10.23d	664.85±5.15c	559.59±18.53 d	564.49±20.30
I <sub>3</sub>	240.32±2.77 ı	274.85±6.70 h	281.82±9.48 h	337.55±11.72g	283.64±11.10	360.66±8.06f	370.40 ±8.77f	466.62±6.98e	482.72 ±12.76 e	420.10±17.05
I <sub>4</sub>	124.24±4.60 m	151.43±5.60 l	176.27±5.66 k	208.80±6.60 j	165.19±9.71	214.78±7.42g	227.83 ±9.38 g	242.28±6.67g	235.37 ±4.63 g	230.07±4.35
Mean(Ort.)	304.89±39.33	315.21±36.03	351.65±39.04	385.76±37.35		403.49±39.20	448.72 ±48.97	534.10±60.31	496.49 ±51.88	
LSD,5%	10.80					16.29				
CV (%)	3.82					4.14				
Seed percent, % ( <i>Tohum yüzdesi, %</i> )										
I <sub>1</sub>	55.19±1.61ef	57.40 ±1.83 c-e	57.29 ±2.11 c-e	58.55±2.73b-e	57.11 ±0.97	51.70 ±0.84 ef	62.33 ±0.84 a	60.37 ±1.27 ab	62.10 ±0.78 a	59.13 ±1.37
I <sub>2</sub>	58.57±0.28be	62.07 ±1.82 ab	61.54 ±1.81 a-c	61.34±1.91a-c	60.89 ±0.80	49.03 ±0.22 f	52.23 ±1.33 d-f	52.30 ±0.67 def	58.17 ±1.26 a-c	52.93 ±1.08
I <sub>3</sub>	56.65±2.42df	60.47 ±2.09 a-d	59.33 ±1.82 a-e	63.66±1.23a	60.03 ±1.12	40.77 ±2.27 gh	55.97 ±1.30 c-e	51.47 ±1.45 f	56.43 ±2.59 b-d	51.16 ±2.08
I <sub>4</sub>	56.32±1.27df	52.51 ±1.67 f	59.89 ±1.35 a-d	60.90±1.64a-d	57.41 ±1.18	42.73 ±1.39 g	37.53 ±1.85 h	52.70 ±1.78 def	48.67 ±2.34 f	45.41 ±1.91
Mean(Orta)	56.68±0.77	58.12 ±1.35	59.51 ±0.89	61.12±1.00		46.06 ±1.47	52.02 ±2.81	54.21 ±1.22	56.34 ±1.68	
LSD,5%	2.32					2.14				
CV.%	4.72					4.91				

Table 4. Means of protein and oil content of peanut.

Çizelge 4. Yerfıstığı yağ ve protein içeriği ortalamaları.

Protein, % ( <i>Protein, %</i> )										
	1 <sup>st</sup> year					2 <sup>nd</sup> year				
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	Mean	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	Mean (Ort.)
I <sub>1</sub>	22.22 ±0.15 e	24.61 ±1.04 cd	25.76 ±0.13 c	25.85 ±0.16 c	24.61 ±0.50	22.11 ±0.81 g	24.74 ±0.27 def	26.55 ±0.58 b-d	25.43 ±0.51 c-f	24.71 ±0.55
I <sub>2</sub>	23.45 ±0.32 de	25.18 ±0.79 cd	25.54 ±0.22 c	25.23 ±0.88 cd	24.85 ±0.36	24.15 ±0.94 f	26.26 ±0.31 b-d	26.84 ±0.86 bc	26.66 ±0.66 bc	25.98 ±0.45
I <sub>3</sub>	22.68 ±0.89 e	26.04 ±0.37 c	26.42 ±0.27 bc	27.86 ±1.27 ab	25.75 ±0.67	24.42 ±0.95 ef	27.23 ±0.56 a-c	27.32 ±0.13 ab	27.00 ±0.23 bc	26.49 ±0.44
I <sub>4</sub>	22.49 ±0.50 e	25.37 ±0.53 c	25.10 ±0.35 cd	28.29 ±0.98 a	25.31 ±0.68	26.02 ±0.88 b-e	27.11 ±0.54 bc	28.97 ±0.45 a	29.01 ±0.43 a	27.78 ±0.46
Mean (Ort.)	22.71 ±0.27	25.30 ±0.35	25.71 ±0.18	26.81 ±0.55		24.18 ±0.57	26.34 ±0.35	27.42 ±0.37	27.03 ±0.44	
LSD,5%	0.91					0.92				
CV (%)	4.34					4.19				
Oil, % ( <i>Yağ, %</i> )										
I <sub>1</sub>	61.84 ±2.02 a	54.35 ±2.20 d-f	59.29 ±1.97 a-c	54.71 ±1.42 c-f	57.55 ±1.26	51.71 ±1.67 a-d	53.02 ±1.93 a-c	54.53 ±1.53 ab	54.97 ±1.96 a	53.56 ±0.85
I <sub>2</sub>	52.73 ±1.31 ef	57.32 ±1.60 a-e	58.04 ±1.82 a-c	60.26 ±0.50 ab	57.09 ±1.02	53.41 ±2.07 a-c	53.71 ±2.33 a-c	48.09 ±1.67 d	53.33 ±1.13 a-c	52.14 ±1.06
I <sub>3</sub>	52.51 ±1.18 ef	51.85 ±0.32 f	51.66 ±1.92 f	53.09 ±2.40 ef	52.28 ±0.73	53.70 ±1.01 a-c	52.93 ±1.97 a-c	50.42 ±1.36 cd	50.19 ±1.73 cd	51.81 ±0.81
I <sub>4</sub>	53.06 ±2.16 ef	52.73 ±0.30 ef	55.43 ±1.65 b-f	52.01 ±1.99 f	53.30 ±0.82	52.01 ±1.99 f	51.33 ±1.79 a-d	50.85 ±1.36 b-d	51.25 ±1.37 a-d	49.09 ±1.23
Mean (Ort.)	55.04 ±1.40	54.06 ±0.86	56.11 ±1.18	55.02 ±1.21		50.44 ±1.47	52.75 ±0.90	50.98 ±0.94	52.43 ±0.88	
LSD,5%	3.81					1.99				
CV (%)	5.29					4.61				

Reddy et al. (2003) implied that peanut is important legume crop for the agricultural activity and its seeds highly comprise protein level (25–28%) and edible oil (43–55%). Conkerton et al. (1989) reported that drought stress early or late time in the growing season had little effect on seed oil, proteins and mineral contents in the 7 varieties of peanut tested.

## DISCUSSION

Peanut was implied that it is about the production of seed and its oil has important potential in comparison to plant consist oil and protein. The peanut plant with efficiently fertilization and irrigation especially nitrogen application is effected plant growth, growth mechanisms, water using, phonological and physiological characteristics.

In this study, positive and significant effect and was found that the need protein and the increasing of peanut (*Arachis hypogaea* L.) yield with its components were increased with nitrogen fertilization (120 kg N ha<sup>-1</sup>, N<sub>4</sub>) and no-deficit water (100%:I<sub>1</sub>) while the variable 100 fruit weight were increased with nitrogen fertilization (80 kg N ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub>) and no-deficit water (100%:I<sub>1</sub>) application on plant. The plant height and 100 seed weight except 2<sup>nd</sup> year were also increased with nitrogen fertilization (80 kg N ha<sup>-1</sup>, N<sub>3</sub>) and no-deficit water (100%:I<sub>1</sub>) in the study.

Anzum et al. (2011) and Duarte et al. (2013) also stated to effect of water availability and deficiency on peanut growth. Nitrogen element for plants is the element most absorbed and used from soil because of being necessary in the all stages of plants. It also presents in the protein and the other synthesis of metabolites of peanut plants as implying Neto et al. (2012) and Rowland et al. (2012).

The nitrogen fertilizer recommendation for peanut growth and yield is important as balancing fertility program. The fertilizer program also effects on irrigation level and method for high yield. On the plant growth, yield and yield components (oil, protein etc.), effects of the water and nitrogen applications rise and theirs availability is critical. In this research, results have shown that nitrogen and water demand has the greatest effect on peanut yields. In addition to the above references with regarding to effect of the irrigation and fertilization on peanut, it can be implied to continue with different previous studies mentioned in introduction section of the research.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Ali A, Ebrahim A 2011. The Effect of Nitrogen Fertilizer and Irrigation Management on Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Yield in the North of Iran, 21st International Congress on Irrigation and Drainage, p. 15–23.
- Ali AG, Seyyed ANN 2010. Effects of Iron and Nitrogen Fertilizers on Yield and Yield Components of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Astaneh Ashrafiyeh, Iran. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 9(3): 256–262.
- Arıoğlu H, Bakal H, Güllüoğlu L, Kurt C, Onat B 2016. Ana Ürün Koşullarında Yetiştirilen Bazı Yerfıstığı Çeşitlerinin Önemli Agronomic ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(2): 24-29.
- Barbieri JD, Dallacort R, Faria Junior CA, De Freitas PS, De Carvalho MA 2017. Peanut Cultivars Submitted to Irrigation Levels and Nitrogen Adubation in Tropical Climate. Engenharia Agrícola, 37(6): 1126-1136.
- Chen R, Cheng W, Cui J, Liao J, Fan H, Zheng Z, Ma F 2015. Lateral Spacing in Drip-irrigated Wheat: The effects on Soil Moisture, Yield, and Water Use Efficiency. Field Crops Research, 179(10): 52–62.
- Chung SY, Vercellotti JR, Sanders TH 1997. Increase of Glycolytic Enzymes in Peanuts during Peanut Maturation and Curing: Evidence of Anaerobic Metabolism. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(12): 4516–4521.
- Conkerton EJ, Ross LF, Daigle DJ, Kvien CS, McCombs C 1989. The Effect of Drought Stress on Peanut Seed Composition. II. Oil, Protein and Minerals. Oleagineux, 44(12): 593–602.
- Duarte EAA, Melo Filho P deA, Santos RC 2013. Características Agronômicas e Índice de Colheita de Diferentes Genótipos de Amendoim Submetidos a Estresse Hídrico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 17(8): 843-847.
- Erisman JW, van Grinsven H, Leip A, Mosier A, Bleeker A 2010. Nitrogen and Biofuels: An Overview of The Current State of Knowledge. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 86(2): 211-223.
- Hu J, Xia G, Zhang Y, Zhang B, Chi D 2018. Effect of Nitrogen Application on Soil Nitrogen Absorption and Transformation under Supplementary Irrigation of Peanut. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 1: 1-11.
- Kandil AA, El-Haleem AKA, Khalafallah MA, El-Habbasha SF, Abu-Hagaza NS, Behairy TG 2007. Effect of Nitrogen Levels and Some Bio-fertilizers on Dry Matter, Yield and Yield Attributes of Peanut. Bulletin of the National Research Centre (Cairo), 32: 341–359.
- Kasap Y, Demirkıran AR, Şerbetçi A 1999. The Effect of Different Level of Phosphorus Fertilizer on Yield,



- Quality and Agricultural Characteristics of Some Peanut Varieties under The Ecological Conditions of Kahramanmaraş. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(4): 777-784.
- Lanier JE, Jordan DL, Spears JF, Wells R, Johnson PD 2005. Peanut Response to Inoculation and Nitrogen Fertilizer. *Agronomy Journal*, 97(1): 79-84.
- Reddy CR, Reddy SR 1993. Scheduling Irrigation for Peanuts with Variable Amounts of Available Water. *Agricultural Water Management*, 23(1): 1-9.
- Reddy TY, Reddy VR, Anbumozhi V 2003. Physiological Responses of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) to Drought Stress and Its Amelioration: a Critical Review. *Plant Growth Regulators*, 41(1): 75-88.
- Rowland DL, Faircloth W, Payton P, Tissue DT, Ferrell JA, Sorensen RB, Butts CL 2012. Primed Acclimation of Cultivated Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Through The Use of Deficit Irrigation Timed to Crop Developmental Periods. *Agricultural Water Management*, 113(5): 85-95.
- Sun H, Wang Y, Wang M, Zhao C 2010. Effects of Nitrogen Fertilizer Rate on Senescence Characteristics and Yield of Different Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Cultivars. *Acta Ecologica Sinica*, 30: 2671-2677.
- Trostle C 2004. Peanut Production 'Keys & Concerns' Texas South Plains. Lubbock, TX: Texas A&M University, Texas AgriLife Extension.
- Trostle C 2005. Rhizobium Nodulation and Peanuts. In *Focus on Entomology*, vol. XLIV, no. 2. Lubbock, TX: Texas A&M University, Texas AgriLife Extension.
- Wen G, Mori T, Yamamoto T, Chikushi J, Inoue M 2001. Nitrogen Recovery of Coated Fertilizers and Influence on Peanut Seed Quality for Peanut Plants Grown in Sandy Soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32(19-20): 3121-3140.



## Determination of Coefficients and Biomass Potential for Pruning Residuals in Some Olive Varieties

Gıyasettin ÇİÇEK<sup>1,4\*</sup>, Sarp Korkut SÜMER<sup>2</sup>, Cem Ömer EGESEL<sup>3</sup>, Sait Muharrem SAY<sup>4</sup>, Arda AYDIN<sup>5</sup>

<sup>1,2,5</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of Agriculture Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Çanakkale, <sup>4</sup>Çukurova University Faculty of Agriculture Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Adana,

<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of Agriculture Department of Agricultural Biotechnology, Çanakkale

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8260-1667>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7679-6154>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-0255-5678>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-2525-734x>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0001-9670-5061>,

✉: [giyas@comu.edu.tr](mailto:giyas@comu.edu.tr)

### ABSTRACT

As a result of pruning operations in olive orchards, large amounts of biomass material are produced every year. In this study, it was aimed to determine the pruning residual coefficients in olive varieties grown in Southern Marmara Region of Turkey. Amount of pruning residuals and its energy potential due to olive cultivation of the region was determined.. The coefficients were compared with the values obtained from different countries. Possible uses of the residual biomass were also investigated. The study material consisted of young (0-25 years), full-yield (25-50 years) and old (over 50 years) trees of Ayvalık, Gemlik and Domat, widely grown olive varieties in the Southern Marmara Region. The experiment used a randomized plot design sampling 5 trees for each age and variety. The average coefficients of determination for pruning residues were calculated as 33.62 kg tree<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup> and 5668.63 kg ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>. Energy potential from pruning residues were determined to be 5.16 PJ for Southern Marmara Development Region.

### Research Article

#### Article History

Received : 17.02.2020

Accepted : 15.09.2020

#### Keywords

Pruning residue

Olive

Coefficient

Energy potential

## Zeytin Ağacı Budama Artık Potansiyelinin Hesaplanmasına Yönelik Katsayının Belirlenmesi

### ÖZET

Zeytin bahçelerinde budama işlemleri sonucu her yıl büyük miktarlarda biyokütle materyali ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’de Güney Marmara Kalkınma Bölgesi kapsamında yetiştirilen zeytin çeşitlerinde, budama artık katsayılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada çeşitlere yönelik budama kütle miktarları dikkate alınarak belirlenen katsayılar ile bölgenin zeytin tarımı kaynaklı budama artık ve enerji potansiyeli de belirlenmiştir. Biyokütle konusundaki zeytin artıklarının değerlendirilme olanakları araştırılmış, araştırma sonucunda elde edilen katsayılar farklı ülkelerde ve bölgelerde elde edilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Araştırmada Güney Marmara Kalkınma Bölgesi’nde yaygın olarak yetiştirilen Ayvalık, Gemlik ve Domat zeytin çeşitlerinde, gençlik devresinde (0-25 yıl), verim devresinde (25-50 yıl) ve yaşlılık devresinde (50 yıl üstü) olan bahçelerde tesadüf parselleri deneme desenine göre belirlenmiş 5’er ağaçta budama yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda ağaç başına budama katsayısı 33.62 kg ağaç<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup>, alan bazlı budama katsayısı 5668.63 kg ha<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup> bulunmuştur. Bu değerden yararlanarak zeytinliklerin birim alanının 50711.18 MJ ha<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup>, Güney Marmara Kalkınma Bölgesi’nin ise 5.16 PJ budama artığı kaynaklı enerji potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 17.02.2020

Kabul Tarihi : 15.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

Budama artığı

Zeytin

Katsayı

Enerji potansiyeli

## INTRODUCTION

Turkey, one of the important olive producers in the world, produce 8.98% of olive and 2.42% of olive oil in the world (FAOSTAT, 2016). The olive production is practiced as many as 35 provinces throughout the country (Tan, 1995). About 10% of olive trees are in Çanakkale and Balıkesir provinces, collectively named as Southern Marmara Development Region (SMDR) (Table 1).

One of the factors that cause serious yield and quality losses in olive cultivation is improper or untimely pruning. Pruning is considered as the most important cultural practice for reasons such as establishing and maintaining the proper shape of crown, ensuring vegetative and generative growth balance, preventing periodicity or reducing its effect, rejuvenating the trees and bringing the C / N balance back to an optimum level (Can and Özer, 2018). The main purpose of pruning is to keep real yield as close to potential yield as possible (Castillo-Ruiz et al., 2017). As a result of pruning in orchards, large amounts of biomass

material are produced annually. Some of these residues are as burning material, some are shredded and mixed into the soil, and most of them are burned and destroyed without any use. Pruning residues from orchards are not only creating environmental pollution, but also obstructing working conditions in production areas (Koçer and Kürklü, 2018). Olive growing countries develop different pruning systems to facilitate cultural processes such as care and harvest and to reduce costs (Atmaca and Ülger, 2017). Pruning olive trees is a periodic cultural operation in which less productive branches are cut and the trees are rejuvenated (Toledano et al., 2012). The pruning activities, which are generally performed lightly every year and heavily in alternating years (Al-Masri, 2012), yields the highest amount of the residues (62% of the total) in olive production (Martin-Lara et al., 2017). These pruning residues consist of thick branches (25% by weight), thin branches (50% by weight) and leaves (25% by weight) (Romero-García et al., 2014; Fillata et al., 2018).

Table 1. Data for the olive production in Turkey and SMDR (TÜİK, 2019)

*Çizelge 1. Türkiye ve Güney Marmara Kalkınma Bölgesi'nde zeytin üretim ve ağaç verileri*

	Balıkesir	Çanakkale	SMDR*	Turkey	SMDR/Turkey, %
Number of trees ( <i>Ağaç sayısı</i> )	11512614	5458284	16970898	177843966	9.54
Area (ha) ( <i>Alan</i> )	82990	32467	115457	864428	13.36
Production (Tones) ( <i>Üretim</i> )	109902	44288	154190	1500467	10.28

\*South Marmara Development Region

Reduced tillage, conservation of natural vegetation, organic fertilization and use of olive oil residues are supported by the European Commission in olive groves. However, the environmental impact of applications related to olive tree pruning management is not taken into account, residues are considered useless and burned (Gomez-Munoz et al., 2016). Bellitürk et al. (2018) stated that these materials were used as firewood in many regions of Turkey. In recent years, the importance given to the recovery of organic residues in the world has increased rapidly and techniques that biomass can be utilized without direct burning have been introduced. In the Intergovernmental Panel on Climate Change, it was reported that the increase of greenhouse gases in the atmosphere is caused by the intensive use of fossil fuels (Acampora et al., 2013; Sümer et al., 2016a). Biomass is a renewable energy type that can be effectively used to reduce the effects of fossil fuels on the global environment in energy production and can be converted into useful energy forms using different processes (Amirante et al., 2016). Solid olive waste is also a source of biomass, which contains a significant amount (15.58–19.81 MJ kg<sup>-1</sup>) of energy (Acampora et al., 2013; Christoforou and Fokaidis, 2016). Although the use of agricultural waste as energy plays an important role in reducing the consumption of fossil

fuels, this is not as common as expected in the regions where agricultural waste is abundant (Amirante et al., 2016).

Romero-García et al. (2014) reported that approximately 2.5 tons of olives and 1.5 tons of pruning residues were obtained from the 1 ha olive grove. Naturally, this value varies from country to region depending on the country. For example, pruning residues obtained from the pruning of the olive tree have been reported to vary between 1-5 tons ha<sup>-1</sup> in Spain and 4-11 tons ha<sup>-1</sup> in Italy (Spinelli and Picchi, 2010; Romero-García et al., 2014). This subject has been studied to some extent in Turkey as well. Demirbaş (1997) calculated the energy content of agricultural waste. Başçetinçelik et al. (2005) conducted studies on energy conversion from agricultural and animal waste. Melikoğlu (2013) has analyzed the feasibility of the renewable energy requirements in Turkey. Sümer et al. (2016a) determined the potential of olive residues in Çanakkale province by using the coefficient and rates reported by other researchers. Karaca and Öztürk (2017) determined the energy potential of agricultural waste in Osmaniye. Sümer et al. (2016b) determined the residual and energy potential of field crops in Çanakkale. Çiçek et al. (2019) determined the coefficient that could be used in the calculation of the

potential of pruning peach trees. In Turkey, however, there is no study on how to determine a coefficient for the amount of oil tree pruning residues. Turkish researchers aiming to determine the potential of olive pruning residues used the coefficients that were calculated by different studies in other countries. Therefore, the objective of this study was to determine the coefficients that could be used to calculate the potential of olive pruning residues for SMDR of Turkey. By use of these coefficients, the amount and energy potential of olive pruning residues as well as the possibilities for different uses of these material in the region were investigated.

## MATERIAL and METHOD

The plant material consisted of Ayvalık, Gemlik and Domat olive varieties, grown widely in the SMDR. Pruning was performed on 5 trees from young (0-25 years), full-yield (25-50 years) and old (over 50 years) trees (Kaleci, 2015) of these 3 varieties, according to a randomized plot design, totaling 45 trees. Shears and saws were utilized for pruning and the residues were weighed with a 10-gram precision digital hand scale. Based on the amount of the pruning residues produced, pruning residual coefficients ( $\text{kg tree}^{-1} \text{year}^{-1}$  and  $\text{kg ha}^{-1} \text{year}^{-1}$ ) were determined. The availability of pruning residues was designated as 50%, in accordance with Blasi et al. (1997) and Başçetinçelik et al. (2005). The determined coefficients were adapted to the SMDR,

and the amount of olive pruning residues and their annual energy potential value were calculated. The possibilities of using this material as an energy source in alternative energy production have been evaluated. Energy content of olive pruning residues was reported as  $18.1 \text{ MJ kg}^{-1}$  by Başçetinçelik et al. (2005), at least  $16.91 \text{ MJ kg}^{-1}$  by Blandzija et al. (2012) and at most  $22 \text{ MJ kg}^{-1}$  by Blasi et al. (1997). In the calculations made in this study, when calculating the energy content in this study, the value of  $18.1 \text{ MJ kg}^{-1}$  were used in accordance with Başçetinçelik et al. (2005).

The data obtained in the study were subjected to one-way analysis of variance (ANOVA) using the SPSS Statistical Package v.20.0 program and the significance control of the difference between the averages was made by Duncan test.

## RESULTS and DISCUSSION

The amount of annual pruning per tree and per unit area belonging to varieties and age groups is given in Table 2. The highest pruning residual per tree was obtained from Ayvalık, while the lowest value was from Gemlik. There was no statistical difference between Ayvalık and Domat varieties. Similarly, Ayvalık and Gemlik varieties yielded the highest and the lowest pruning residuals per unit area, respectively. Domat variety sustained the highest number of trees per unit area and did not change the order of the residual amount obtained (Table 2).

Table 2. Annual pruning values of the investigated varieties

*Çizelge 2. Çeşitlerin ağaç başına ve birim alanda yıllık budama miktarları*

Variety (Çeşit)	Pruning amount for age groups, kg (Yaş gruplarına göre budama miktarı, kg)			Pruning amount Coefficients (Budama miktarı katsayıları)		Number of trees (Ağaç sayısı)
	0-25	25-50	>50	$\text{kg tree}^{-1} \text{year}^{-1}$	$\text{kg ha}^{-1} \text{year}^{-1}$	
Ayvalık	53.03±14.87a	30.57±24.88ab	38.39±5.16ab	40.67±14.98 a	6913.9	170
Gemlik	18.30±6.31b	17.62±5.86b	38.12±13.91ab	24.68±8.49 b	3702	150
Domat	27.72±5.05b	39.80±5.12ab	39.00±2.17ab	35.5±4.11 a	6390	180
Average	33.02±8.74a	29.34±11.96a	38.5±7.08a	33.62±9.19	5668.63	166.67

The average amount of pruning residues from olive trees of trials was found as  $33.62 \text{ kg tree}^{-1}$ . The amount of pruning residues obtained from the unit area was determined as  $5668.63 \text{ kg ha}^{-1} \text{year}^{-1}$ .

Different values were obtained in various studies on olive pruning residue. Bilandzija et al. (2012) obtained  $2524.2 \text{ kg ha}^{-1}$  and  $9.08 \text{ kg wood}^{-1}$  pruning residue in Croatia. Cohen et al. (2018) obtained 5-20 tons of  $\text{ha}^{-1}$  residue in a 2-year intervals olive pruning in Sierra Magina region of France. In studies conducted in Italy; Pantaleo et al. (2009) reported an average value of  $10-30 \text{ kg tree}^{-1} \text{year}^{-1}$  depending on the structure and size of the tree, and Blasi et al. (1997) observed an average of  $1.7 \text{ tonha}^{-1}$ . Spinelli et al. (2011) found 2, 7.1, and  $14.9 \text{ kg tree}^{-1}$  in light, medium and heavy pruning applications, respectively. They reported  $18.2 \text{ kg tree}^{-1}$

in heavy pruning on a different variety.

In Spain; Toledano et al. (2012) found the same numbers ( $3000 \text{ kg ha}^{-1}$ ), while Vera et al. (2014) reported  $2500-3000 \text{ kg ha}^{-1}$  olive pruning residue. Similarly, Gomez-Munoz et al. (2016) found  $1300-3000 \text{ kg ha}^{-1}$  in Eastern Spain.

Romero-Garcia et al. (2014) reported 4-11 tons  $\text{ha}^{-1}$  for Italy, and Spinelli and Picchi (2010) 1-5 ton  $\text{ha}^{-1}$  for Spain. It is seen that the coefficient values referred here agrees with these researchers' general ranges. The amount of pruning residues may vary depending on several factors (country, region, number of trees per unit area, frequency of pruning, variety, pruning worker etc.). In this study, an average of  $5.7 \text{ tons ha}^{-1}$  pruning residue was obtained. Although the amount of pruning per unit tree is higher compared to other



countries, it is seen that the pruning residual amount obtained in the unit area is close to other countries, due to the fact that olive producers use fewer number of trees per unit area in Turkey. Oil growers prefer hard pruning, generally in every three years, because of lacking skilled pruners and expensive labor. Therefore, the amount of pruning obtained per unit tree is higher compared to other countries. Also, the high numbers for Ayvalık variety (53.03 kg) in young trees (0-25 years) could be explained with this hard pruning application. The difference among the varieties lost significance in older age groups (Table 2).

When the tree age groups were examined, the most pruning residue was obtained from the oldest trees, while the least amount was obtained from the trees between 25-50 years old. However, the statistical analysis revealed that these differences among the groups were not significant. It is necessary to do hard pruning for older trees to make new shoots (Dursun, 2019), which can be seen as a reason for having more residues from 50+ years old olives (Table 2).

In the olive groves evaluated for this study, spacing of

the trees varied across the groves even for the same variety. It is observed that spacing was not a factor that the growers paid attention in older (25+ years) groves, whereas in those established in recent years, more conscious production is carried out from planting to harvest. New groves contain more trees per unit area, resulting in more pruning residues in 0-25 age group compared to 25-50 age group.

The energy potential of pruning residues was 304.26 MJ for a tree per year, while it was 50711.18 MJ for one hectare per year, as calculated by using the coefficients, energy value and availability ratio (Table 2 and 3). Bilandzija et al. (2012) reported these values as 153.5 MJ tree<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> and 42672 MJ ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, respectively. Although the energy potential per tree from this research is about twice as big as Bilandzija et al's study, the energy values for unit area are close, as a result of the differences in the number of trees per unit area in olive groves.

The energy potential of olive pruning residues in the SMDR was determined as 5.16 PJ (Table 3).

Table 3. Energy potential of olive pruning residues in SMDR and Turkey

*Çizelge 3. Güney Marmara Kalkınma Bölgesi ve Türkiye'de zeytin budama artıklarının enerji potansiyeli*

	Number of trees (Ağaç sayısı)	Residue amount(kg tree <sup>-1</sup> ) (Artık miktarı)	Total residue amount (tons) (Toplam artık miktarı)	Availability ratio (%) (Kullanılabilir oran)	Amount of available residue (tons) (Kullanılabilir artık miktarı)	Unit heating value (MJkg <sup>-1</sup> ) (Birim ısı değer)	Energy potential (PJ) (Enerji potansiyeli)
Ayvalık	15023887	40.67	611021	50	305511	18.1	5.53
Gemlik	1923853	24.68	47481	50	23740	18.1	0.43
Domat	23158	35.5	822	50	411	18.1	0.01
SMDR	16970898	33.62 <sup>1</sup>	570562	50	285281	18.1	5.16
Turkey	177843966	33.62 <sup>1</sup>	5979114	50	2989557	18.1	54.11

<sup>1</sup>the average coefficient

The 3 olive varieties discussed in this study constitute over 99% (Ayvalık 88.53%, Gemlik 11.34%, Domat 0.14%) of the region's olive production (Anonymous, 2020a; Anonymous, 2020b). A 13.57% difference was detected between the calculations using variety-based coefficients and the average coefficient (Table 3). The calculations based on varieties would give more realistic results. However, the use of the average coefficient to make estimations for the other regions and/or Turkey in general, will be able to provide reasonable numbers to make comparisons with other studies. The share of these 3 varieties in Turkey is about 76.97%; (Gemlik 48.71, Ayvalık 20.66%, Domat 7.56) (Özaltaş et al., 2016). For the coefficients representing Turkey in general, similar studies should be conducted for the other varieties. However, in order to provide a general approach, energy potential due to olive pruning residues in Turkey can be calculated as 54.11 PJ considering the coefficient calculated and total olive pruning olive trees for the country.

## CONCLUSIONS

The results of this study suggest that Southern Marmara Development Region, which contain 9.54% of olive trees and 13.36% of olive growing areas in Turkey, has an important share in terms of energy potential from pruning residues. Literature contain a variety of reports on pruning residue values, which vary according to species, variety, country and region. With this study, olive pruning residue coefficients were determined that could represent certain regions and varieties. Since the distribution of olive tree per unit area varies depending on the country, region and variety, the use of the coefficient per tree will give more accurate and comparable results for determining the potential of olive pruning. Biomass is the most important renewable energy source in many countries. Olive pruning residues, an important source of biomass, are not utilized in any way and are usually burned and destroyed. Pruning residues obtained from olive trees in large areas have an important energy source potential. In order to determine the

transportation and storage costs of olive pruning residues, an economic analysis should be made and the possibilities of using these residues for energy recovery should be investigated.

### ACKNOWLEDGEMENT

The authors acknowledge the financial support of the Scientific Research Projects Commission of Çanakkale Onsekiz Mart University through the Project no: FBA-2018-2796.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Makaleye eşit oranda katkı sağladığımızı beyan ederiz.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz

### REFERENCES

- Acampora A, Croce S, Assirelli A, Del Giudice A, Spinelli R, Suardi A, Pari L 2013. Product Contamination and Harvesting Losses from Mechanized Recovery of Olive Tree Pruning Residues for Energy Use. *Renewable Energy* 53:350-353.
- Al-Masri MR 2012. An in Vitro Nutritive Evaluation of Olive Tree (*Olea Europaea*) Pruning Residues as Affected by Cutting Regimen. *Bioresource Technology* 103:234-238.
- Amirante R, Clodoveo ML, Distaso E, Ruggiero F, Tamburrano P 2016. A Tri-Generation Plant Fuelled with Olive Tree Pruning Residues in Apulia: An Energetic and Economic Analysis. *Renewable Energy* 89:411-421.
- Anonymous 2020a. Çanakkale Directorate of Provincial Agriculture and Forestry.
- Anonymous 2020b. Balıkesir Directorate of Provincial Agriculture and Forestry.
- Atmaca S, Ülger S 2017. Gemlik Zeytin Çeşidinin Sık Dikime ve Farklı Budama Uygulamalarına Uygunluğunun Araştırılması: 2007-2010 Dönemi. *Mediterranean Agricultural Sciences* 30(1): 1-5.
- Başçetinçelik A, Karaca C, Öztürk HH, Kaçıra M, Ekinci K 2005. Agricultural Biomass Potential in Turkey. *Proceedings of the 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & 27th International Conference of CIGR Section IV: The Efficient Use of Electricity and Renewable Energy Sources in Agriculture* 27-29 September 2005, İzmir
- Bellitürk K, Göçmez S, Turan HS, Bağdatlı MC, Üstündağ Ö 2018. Zeytin Budama Artıklarının Vermikompost Olarak Değerlendirilmesi. *Makro Elementler. Tralleis Elektronik Dergisi* 3(2):197-204.
- Bilandzija N, Voca N, Kricka T, Matin A, Jurisic V 2012. Energy Potential of Fruit Tree Pruned Biomass in Croatia. *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(2): 292-298.
- Blasi DC, Tanzi V, Lanzetta M 1997. A Study of the Production of Agricultural Residues in Italy. *Biomass and Bioenergy* 12(5): 321-331.
- Can HZ, Özer KB 2018. Yaşlı Zeytin Ağaçlarında Budamanın Bitki Gaz Alışverişi Üzerine Etkileri. *Zeytin Bilimi* 8 (1): 21-28.
- Castillo-Ruiz FJ, Sola-Guirado RR, Castro-Garcia S, Gonzalez-Sanchez EJ, Colmenero-Martinez JT, Blanco-Roldán GL 2017. Pruning Systems to Adapt Traditional Olive Orchards to New Integralharvesters. *Scientia Horticulturae* 220: 122-129.
- Christoforou E, Fokaidis PA 2016. A Review of Olive Mill Solid Wastes to Energy Utilization Techniques. *Waste Management* 49: 346-363.
- Cohen M, Lepesant G, Lamari F, Bilodeau C, Benyei P, Angles S, Bouillon J, Bourrand K, Landoulsi R, Jaboeuf D, Alonso-Roldan M, Espadas-Tormo I, Blandria V, Silar P, Dicko M 2018. Biomolecules from Olive Pruning Waste in Sierra Magina-Engaging The Energy Transition By Multi-Actor and Multidisciplinary Analyses. *Journal of Environmental Management* 216: 204-213.
- Çiçek G, Sümer SK, Egesel CÖ, Say SM 2019. Şeftali Ağacı Budama Artık Potansiyelinin Hesaplanmasına Yönelik Katsayının Belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 7(2): 299-305.
- Demirbaş A, 1997. Calculation of Higher Heating Values of Biomass Fuels. *Fuel* 76(5): 431-434.
- Dursun Ö 2019. Zeytinde Budama Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/kumelenme/Belgeler/Budama/10.%20Zeytinde%20Budama-1.pdf>
- FAOSTAT 2016. Erişim adresi: [www.fao.org/faostat](http://www.fao.org/faostat)
- Fillata U, Wicklein B, Martín-Sampedro R, Ibarra D, Ruiz-Hitzkyb E, Valenciac C, Sarriónb A, Castrod E, Eugenioa ME 2018. Assessing Cellulose Nanofiber Production from Olive Tree Pruning Residue. *Carbohydrate Polymers* 179: 252-261.
- Gomez-Munoz B, Valero-Valenzuela JD, Hinojosa MB, García-Ruiz R 2016. Management of Tree Pruning Residues to Improve Soil Organic Carbon in Olive Groves. *European Journal of Soil Biology* 74: 104-113.
- Kaleci N 2015. Zeytin Ağacının Budanması. *Zeytin Yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık.
- Karaca C, Öztürk HH 2017. The Biomass Energy Potential of Osmaniye Province from Agricultural Residues. *International Advanced Researches and Engineering Congress*. 16-18 Kasım 2017, Osmaniye
- Koçer A, Kürklü A 2018, Zeytin Budama Artıklarının Peletleme ile Değerlendirilmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery*

- Science) 14(2): 67-72.
- Martín-Lara MA, Ronda A, Zamora MC, Calero M 2017. Torrefaction of Olive Tree Pruning: Effect of Operating Conditions on Solid Product Properties. *Fuel* 202: 109-117.
- Melikoğlu M 2013. Vision 2023: Feasibility Analysis of Turkey's Renewable Energy Projection. *Renewable Energy* 50: 570-575.
- Özaltaş M, Savran MK, Ulaş M, Kaptan S, Köktürk H 2016. Türkiye Zeytincilik Sektör Raporu, ISBN: 978-605-9175-57-9, 301 sy
- Pantaleo A, Pellerano A, Carone MT 2009. Olive Residues to Energy Chains in The Apulia Region Part I: Biomass Potentials and Costs, *J. Agric. Eng.* 40(1): 37-47.
- Romero-Garcia JM, Nino L, Martinez-Patino C, Alvarez C, Castro E, Negro MJ 2014. Biorefinery Based on Olive Biomass. State of The Art and Future Trends. *Bioresource Technology* 159: 421-432.
- Spinelli R, Magagnotti N, Nati C, Cantini C, Sani G, Picchi G, Biocca M 2011. Integrating Olive Grove Maintenance and Energy Biomass Recovery with A Single-Pass Pruning and Harvesting Machine. *Biomass and Bioenergy* 35: 808-813.
- Spinelli R, Picchi G 2010. Industrial Harvesting of Olive Tree Pruning Residue for Energy Biomass. *Bioresource Technology* 101: 730-735.
- Sümer SK, Çiçek G, Say SM 2016a. Çanakkale İlinde Zeytin Üretimi Artık Potansiyelinin Belirlenmesi ve Değerlendirme Olanaklarının Araştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*. 12(2): 103-111.
- Sümer SK, Say SM, Çiçek G 2016b. Çanakkale İlinin Tarla Ürünleri Artık ve Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31: 240-247.
- Tan M 1995. Budama ve Yaprak Gübrelemenin Edremit Yağlık Çeşidinde Meyve Verim ve Kalitesine Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, 168 sy.
- Toledano A, Serrano L, Labidi J 2012. Process for Olive Tree Pruning Lignin Revalorisation. *Chemical Engineering Journal* 193-194: 396-403.
- TÜİK 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi: [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Vera D, Jurado F, Margaritis NK, Grammelis P 2014. Experimental and Economic Study of A Gasification Plant Fuelled with Olive Industry Wastes. *Energy for Sustainable Development* 23: 247-257.

## Türkiye'nin ve Tarım Bölgelerinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyindeki Değişimlerin Son On Yıl (2010-2019) ve Gelecek Yıllar (2020-2030) İçin Değerlendirilmesi

Ali AYBEK<sup>1,2,3</sup>, Hamza KUZU<sup>2</sup>, Hayrettin KARADÖL<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 46100, Kahramanmaraş/TÜRKİYE  
<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3036-8204>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-8585-4467>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-5062-0887>,

✉: aaybek@ksu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye'nin ve on tarım bölgesinin; son 10 yıla (2010-2019) ait tarımsal mekanizasyon düzeyi gösterge değerleri (kW ha<sup>-1</sup>, traktör sayısı 1000 ha<sup>-1</sup>, ha traktör<sup>-1</sup>, makina traktör<sup>-1</sup>) belirlenmiş ve gelecek yıllar (2020-2030) için kW ha<sup>-1</sup> değeri trend analizi yardımıyla tahmin edilmiş ve değerlendirilmiştir. Türkiye'nin on tarım bölgesi ve Türkiye genelinde yıllara göre mekanizasyon düzeyi göstergelerinden kW ha<sup>-1</sup> ve traktör 1000 ha<sup>-1</sup> değerleri artmış, makina traktör<sup>-1</sup> değeri ise azalmıştır. kW ha<sup>-1</sup> değeri; en yüksek Ege Bölgesinde (2.86-3.72 kW ha<sup>-1</sup>), en düşük Doğu Karadeniz Bölgesinde (0.35-0.44 kW ha<sup>-1</sup>) oluşmuş, Türkiye genelinde son on yılda ortalama %3.22 artış göstermiş ve 1.67-2.22 kW ha<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. Gelecek yıllar (2020-2030) için kW ha<sup>-1</sup> değeri; Türkiye ve tüm tarım bölgesinde yıllara göre artış göstereceği tahmin edilmiştir. Gelecek yıllar (2020-2030) için ortalama artış değerleri %0.89-3.18 arasında gerçekleşeceği öngörülmektedir. kW ha<sup>-1</sup> değeri; Türkiye geneli için 2020 yılında 2.27, 2025 yılında 2.55 ve 2030 yılında 2.84 olması tahmin edilmektedir. Makina traktör<sup>-1</sup> oranındaki azalma; on yıllık süreçte makina sayılarındaki artış oranlarının traktör sayılarındaki artış oranlarından daha az olmasından kaynaklanmaktadır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 02.06.2020

Kabul Tarihi : 15.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

Mekanizasyon düzeyi

Türkiye

Tarım bölgeleri

Trend analizi

## Evaluation for the Last Ten Years (2010-2019) and Next Years (2020-2030) of Changes in Agricultural Mechanization Level of Turkey and the Agricultural Regions

### ABSTRACT

In this study, agricultural mechanization level indicator values (kW ha<sup>-1</sup>, number of tractors 1000 ha<sup>-1</sup>, ha tractor<sup>-1</sup>, machine tractor<sup>-1</sup>) for the last ten years (2010-2019) of Turkey and ten agricultural regions was determined based on the Turkey Statistical Institute (TSI) data, and kW ha<sup>-1</sup> value for the next ten years (2020-2030) was estimated and evaluated with the help of trend analysis. kW ha<sup>-1</sup>, and tractor 1000 ha<sup>-1</sup> values from the mechanization level indicators increased, and machine tractor<sup>-1</sup> value decreased in Turkey's ten agricultural regions and in Turkey overall by years. The highest kW ha<sup>-1</sup> value was found in the Aegean region (2.86-3.72 kW ha<sup>-1</sup>), while the lowest was seen in the Eastern Black Sea region (0.35-0.44 kW ha<sup>-1</sup>). Overall, kW ha<sup>-1</sup> value have increased with an average of 3.22%, and occurred as 1.67-2.22 kW ha<sup>-1</sup> in the last decade in Turkey. kW ha<sup>-1</sup> value for the next ten years (2020-2030) in Turkey and all agricultural regions is estimated to increase by years. Average increase values for the upcoming ten years (2020-2030) are expected to be between 0.89-3.18%. kW ha<sup>-1</sup> value anticipated as 2.27 in 2020, 2.55 in 2025 and as 2.84 in 2030 in Turkey. The decrease in the ratio of machine tractor<sup>-1</sup> is due to the fact that the increase rates in the number of machines in the ten-years period is less than the increase rates of the tractor numbers.

### Research Article

#### Article History

Received : 02.06.2020

Accepted : 15.09.2020

#### Keywords

Mechanization level

Turkey

Agricultural regions

Trend analysis



**Atf İçin:** Aybek A, Kuzu H, Karadöl H 2020. Türkiye'nin ve Tarım Bölgelerinin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyindeki Değişimlerin Son On Yıl (2010-2019) ve Gelecek Yıllar (2020-2030) İçin Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 319-336. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.747163>

**To Cite:** Aybek A, Kuzu H, Karadöl H 2020. Evaluation for the Last Ten Years (2010-2019) and Next Years (2020-2030) of Changes in Agricultural Mechanization Level of Turkey and the Agricultural Regions. KSU J. Agric Nat 24 (2): 319-336. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.747163>

## GİRİŞ

Tarım sektörü; ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla, dünyadaki tüm toplum kesimlerini yakından ilgilendirmektedir. Tarımsal üretim; bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi, kalite ve veriminin yükseltilmesi, uygun koşullarda korunması, işlenip değerlendirilmesi ile pazarlanması alanında faaliyet göstermektedir (Doğan ve ark., 2015). Günümüzde kalitatif ve kantitatif olarak artan tarım ürünleri talebi ancak daha yoğun makinalaşma (mekanizasyon) ile karşılanabilecektir (Ulusoy ve ark., 2020). Gelişmiş ülkelerin tarımdaki verimliliği sağlamada önemli bir payı olan tarımda makina kullanımı veya mekanizasyon, ileri teknolojilerin uygulanmasını, ayrıca toprak, su, gübre, ilaç vd. girdilerin etkin kullanımını olanaklı kılarak tarımda verimliliği sağlayan önemli bir üretim aracıdır (Evcim ve ark., 2010). Tarımsal üretimde mekanizasyon, toprak hazırlığından ürün hasadına kadarki dönem içinde, toplam tarımsal üretim girdilerinin yaklaşık %40-50'sini oluşturmaktadır (Ruiyin ve ark., 1999; Landers, 2000). Bu durum tarım işletmelerinde mekanizasyonun önemini artırmaktadır.

Bir ülkenin tarımsal mekanizasyon durumunun iki önemli göstergesi "Traktör Parkı" ile "Tarım Makinaları Parkı" ve bunların yıllar itibarıyla değişimidir. Bu değişim, doğru istatistik yöntemlerle ve amaca uygun sınıflandırmalarla izlenebilirse "Tarımsal Mekanizasyon Gelişme Yönleri" ne, dolayısıyla "Tarım Sektörünün Geleceği" ne de ışık tutabilecektir (Ulusoy ve ark. 2020). Tarımsal Mekanizasyon durumunu "Traktör+Makina" bütünlüğünde değerlendirmek için özellikle uluslararası karşılaştırmalarda yaygın olarak kullanılan bazı göstergeler vardır. Bunlar; traktör sayısı 1000 ha<sup>-1</sup>, ha traktör<sup>-1</sup>, kW ha<sup>-1</sup>, makina sayısı traktör<sup>-1</sup> 'dür (Sabancı ve ark., 2003; Koçtürk ve Onurbaş Avcıoğlu, 2007; Evcim ve ark., 2010; Korucu ve ark., 2015; Altuntaş, 2016; Ulusoy ve ark., 2020). Bütün bu göstergeler, yerine göre kabul gören ölçütler olsa da temel bir eksiklik vardır. Ülkeleri traktör ve tarım makinaları bakımından karşılaştırmak, "Tarımsal İşletme Yapısı" ve "Tarımsal Üretim Paterni" farklıysa anlamsız kalır. Bir ülkenin genel ortalama değerleri, daha dar alanda "Bölge Bazlı", "İşletme Bazlı", "Ürün Bazlı" yorumlanırsa, hem değişim ve gelişmeyi daha doğru yansıtır hem de geleceğe yol gösterir (Ulusoy ve ark. 2020).

Son on yılda Türkiye ve bölgelerine ilişkin tarımsal mekanizasyon düzeyi ile ilgili bazı çalışmalar (Özgüven ve ark. 2010; Gökdoğan, 2012; Baran ve ark.,

2014; Korucu ve ark., 2015; Altuntaş, 2016; Sağlam ve Kuş, 2016; Abdikoğlu, 2019) yapılmıştır.

Tarım işletmelerinde, yapılan faaliyetlerin verimliliğinin izlenmesi için mekanizasyon düzeyinin her üretim sezonunda mutlaka bilimsel esaslara dayalı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunun temel amacı gerek aynı bölge sınırlarında gerekse farklı ülkelerde benzer üretim koşullarında üretim yapan işletmelerin mekanizasyon uygulama yoğunlukları ve etkinlikleri açısından karşılaştırılmalarına ve değerlendirilmesine olanak sağlamasıdır. Tarımsal mekanizasyon düzeyi bölgelerin teknik ve ekonomik yapısına bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Koçtürk ve Onurbaş Avcıoğlu, 2007; Say ve ark., 2010; Korucu ve ark., 2015; Abdikoğlu, 2019). Tarımsal mekanizasyon düzeyinin, güncel verilerle ortaya konulması; ülkesel ve bölgesel düzeydeki tarımsal kalkınma planlarına katkı sağlayarak geleceğe yönelik doğru kararların alınmasında önemli rol oynayacaktır (Bayram ve Altuntaş, 2016).

Bu çalışmada, Türkiye'nin tarım bölgeleri bazında, son 10 yıla (2010-2019) ait tarımsal mekanizasyon düzeyi gösterge değerlerinin (traktör sayısı 1000 ha<sup>-1</sup>, ha traktör<sup>-1</sup>, kW ha<sup>-1</sup>, makina sayısı traktör<sup>-1</sup>) hesaplanması yapılarak, yıllar içerisinde mekanizasyon düzeyinde meydana gelen değişimin belirlenmesi ve trend (eğilim) analizi ile gelecek yıllar (2020-2030) için işlenen alana düşen traktör gücünün (kW ha<sup>-1</sup>) tahmin edilmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın Türkiye ve tarım bölgelerinin mekanizasyon planlamalarına yön vermede katkı sağlayacağı ümit edilmektedir.

## MATERYAL ve METOD

Çalışmanın verileri (tarım alanları, traktör sayıları, traktör güçleri ve tarım alet/makina sayıları), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) kayıtlarından alınmıştır (TÜİK, 2020). Veriler 2010-2019 yıllarını kapsayıp, on tarım bölgesine göre (Ekinci ve ark., 2010) oluşturulmuştur (Çizelge 1).

Tarım alanları belirlenirken ekili alanlar ve nadas alanlarının toplamları dikkate alınmıştır. Tarım alet ve makina sayıları belirlenirken Çizelge 2'de verilen ve traktörle çalıştırılan alet ve makinalar dikkate alınmıştır. Traktör sayıları belirlenirken sadece tekerlekli traktörler dikkate alınmış, paletli traktör sayıları hesaplamalara dahil edilmemiştir. Öncelikle traktörler tek akslı ve çift akslı olarak gruplandırılmış sonrasında her grup içerisinde de güç değerleri dikkate alınarak (Çizelge 3) sınıflandırmalar ve hesaplamalar

yapılarak belirlenmiştir. Traktör güç değerleri beygir gücü cinsinden olup, 0.736 ile çarpılarak kW'a dönüştürülmüştür.

Çizelge 1. Türkiye'nin tarım bölgeleri ve kapsadığı iller  
Table 1. Agricultural regions and provinces of Turkey

Tarım bölgesi	İller
Akdeniz	Adana, Antalya, Burdur, Hatay, Isparta, Kahramanmaraş, Mersin, Osmaniye
Batı Anadolu	Ankara, Karaman, Konya
Batı Karadeniz	Amasya, Bartın, Karabük, Kastamonu, Samsun, Sinop, Tokat, Zonguldak, Çankırı, Çorum
Doğu Karadeniz	Artvin, Giresun, Gümüşhane, Ordu, Rize, Trabzon
Ege	Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, Kütahya, Manisa, Muğla, Uşak, İzmir
Güney Doğu Anadolu	Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak
Kuzey Doğu Anadolu	Ağrı, Ardahan, Bayburt, Erzincan, Erzurum, Iğdır, Kars
Marmara	Balıkesir, Bilecik, Bolu, Bursa, Düzce, Edirne, Eskişehir, Kocaeli, Kırklareli, Sakarya, Tekirdağ, Yalova, Çanakkale, İstanbul
Orta Anadolu	Aksaray, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir, Niğde, Sivas, Yozgat
Orta Doğu Anadolu	Bingöl, Bitlis, Elazığ, Hakkari, Malatya, Muş, Tunceli, Van

Çizelge 2. Hesaplamalarda kullanılan tarım alet/makina isimleri  
Table 2. Agricultural tool/machine names used in calculations

Kulaklı traktör pulluğu	Kombine hububat ekim makinesi	Yerfıstığı hasat makinesi
Kulaklı anız pulluğu	Pnömatik ekim makinesi	Yerfıstığı harman makinesi
Ark açma pulluğu	Fide dikim makinesi	Traktörle çekilen çayır biçme makinesi
Dip kazan (subsoiler)	Patates dikim makinesi	Ot tırnığı
Diskli anız pulluğu (vanvey)	Çapa makinesi	Balya makinesi
Diskli tırmık (diskaro)	Kimyevi gübre dağıtma makinesi	Ot silaj makinesi
Diskli traktör pulluğu	Çiftlik gübresi dağıtma makinesi	Mısır silaj makinesi
Dişli tırmık	Kuyruk milinden hareketli pülverizatör	Sap döver ve harman makinesi (batöz)
Kombikürüm (karma tırmık)	Atomizör	Sap toplamalı saman yapma makinesi
Kültivatör	Motorlu pülverizatör	Römork (tarım arabası)
Merdane	Biçer bağlar makinesi	Meyve hasat makineleri
Toprak frezesi (rotovator)	Orak makinesi	Fındık harman makinesi
Sap parçalama makinesi	Mısır hasat makinesi	Su tankeri (tarımda kullanılan)
Set yapma makinesi	Pancar sökme makinesi	Taş toplama makinesi
Anıza ekim makinesi	Kombine pancar hasat makinesi	Toprak burgusu
Traktörle çekilen hububat ekim makinesi	Patates sökme makinesi	Toprak tesviye makinesi
Üniversal ekim makinesi (mekanik)	Kombine patates hasat makinesi	Yem dağıtıcı römork

Çizelge 3. Traktörlerin güç hesaplamalarında kullanılan ortalama güç değerleri  
Table 3. Average power values used in calculations of tractor power

Traktör grubu	Ortalama güç (BG)
Tek akslı (1-5 BG)	3.0
Tek akslı (5 BG'den fazla)	7.5
Tek akslı (1-10 BG)	5.5
Tek akslı (11-24 BG)	17.5
Tek akslı (25-34 BG)	29.5
Tek akslı (35-50 BG)	42.5
Tek akslı (51-70 BG)	60.5
Tek akslı (70 BG'den fazla)	85

Tarım bölgeleri ve 2010-2019 yıllarına göre belirlenen; toplam tarım alanları Çizelge 4'de, toplam traktör sayıları Çizelge 5'de, ortalama traktör güç değerleri Çizelge 6'da, toplam traktör güç değerleri Çizelge 7'de ve toplam tarım alet/makina sayıları ise Çizelge 8'de verilmiştir. Son on yılda, hem tarım bölgelerinde hem de Türkiye genelinde; işlenen tarım alanlarında bir azalma (Çizelge 4), traktör sayılarında artış (Çizelge 5), ortalama traktör güç değerlerinde Doğu ve Batı Karadeniz Bölgeleri hariç bir artış (Çizelge 6), toplam traktör güç değerlerinde bir artış (Çizelge 7) tarım alet/makina sayılarında bir artış (Çizelge 8) olmuştur.

Çizelge 4. Tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarındaki toplam tarım alanları (ha)  
 Table 4. Total agricultural areas (ha) of agricultural regions in 2010-2019

Yıllar	Akdeniz		Batı Anadolu		Batı Karadeniz		Doğu Karadeniz		Ege		Güney Doğu Anadolu		Kuzey Doğu Anadolu		Marmara		Orta Anadolu		Orta Doğu Anadolu		Türkiye	
	Ekilen alan (x1000 ha)	% fark	Ekilen alan (x1000 ha)	% fark	Ekilen alan (x1000 ha)	% fark	Ekilen alan (x1000 ha)	% fark	Ekilen alan (x1000 ha)	% fark	Ekilen alan (x1000 ha)	% fark	Ekilen alan (x1000 ha)	% fark	Ekilen alan (x1000 ha)	% fark	Ekilen alan (x1000 ha)	% fark	Ekilen alan (x1000 ha)	% fark	Ekilen alan (x1000 ha)	% fark
2010	2464.8		3497.3		2126.4		664.5		2839.8		3212.3		1263.9		3043.0		3993.4		1288.8		24394.2	
2011	2388.1	-3.11	3371.3	-3.60	2058.6	-3.19	699.4	5.25	2752.3	-3.08	3028.3	-5.73	1286.5	1.79	2980.7	-2.05	3788.1	-5.14	1260.5	-2.20	23613.8	-3.20
2012	2318.0	-2.94	3380.2	0.26	2087.5	1.40	702.8	0.49	2799.9	1.73	2980.7	-1.57	1484.9	15.42	2970.6	-0.34	3786.0	-0.06	1271.4	0.86	23782.0	0.71
2013	2338.5	0.88	3450.0	2.06	2050.6	-1.77	675.7	-3.86	2809.5	0.34	3152.6	5.77	1297.7	-12.61	3047.3	2.58	3686.4	-2.63	1297.1	2.02	23805.5	0.10
2014	2354.6	0.69	3473.1	0.67	2077.7	1.32	670.4	-0.78	2784.7	-0.88	3129.1	-0.75	1274.5	-1.79	3112.9	2.15	3741.4	1.49	1322.3	1.94	23940.7	0.57
2015	2321.9	-1.39	3486.9	0.40	2061.2	-0.79	667.8	-0.39	2795.3	0.38	3110.9	-0.58	1271.4	-0.24	3134.4	0.69	3774.8	0.89	1309.0	-1.01	23933.6	-0.03
2016	2301.6	-0.87	3503.5	0.48	2031.6	-1.44	663.4	-0.66	2769.5	-0.92	3026.3	-2.72	1242.1	-2.30	3148.6	0.45	3725.7	-1.30	1298.8	-0.78	23711.2	-0.93
2017	2273.6	-1.22	3399.2	-2.98	2014.3	-0.85	668.5	0.77	2757.6	-0.43	2966.6	-1.97	1255.1	1.05	3131.9	-0.53	3620.9	-2.81	1258.8	-3.08	23346.6	-1.54
2018	2251.9	-0.95	3407.9	0.26	1971.2	-2.14	678.8	1.54	2758.3	0.03	2912.5	-1.82	1266.3	0.89	3086.3	-1.46	3609.8	-0.31	1242.6	-1.29	23185.5	-0.69
2019	2204.0	-2.13	3358.0	-1.46	1997.0	1.31	666.4	-1.83	2760.0	0.06	2901.6	-0.37	1280.4	1.11	3071.5	-0.48	3608.9	-0.02	1247.2	0.37	23094.9	-0.39
Ort		-1.23		-0.44		-0.68		0.06		-0.31		-1.08		0.37		0.11		-1.10		-0.35		-0.60

Çizelge 5. Tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarındaki toplam traktör sayıları  
 Table 5. Total number of tractors of agricultural regions in 2010-2019

Yıllar	Akdeniz		Batı Anadolu		Batı Karadeniz		Doğu Karadeniz		Ege		Güney Doğu Anadolu		Kuzey Doğu Anadolu		Marmara		Orta Anadolu		Orta Doğu Anadolu		Türkiye	
	Traktör sayısı (Adet)	% fark	Traktör sayısı (Adet)	% fark	Traktör sayısı (Adet)	% fark	Traktör sayısı (Adet)	% fark	Traktör sayısı (Adet)	% fark	Traktör sayısı (Adet)	% fark	Traktör sayısı (Adet)	% fark	Traktör sayısı (Adet)	% fark	Traktör sayısı (Adet)	% fark	Traktör sayısı (Adet)	% fark	Traktör sayısı (Adet)	% fark
2010	131949		93823		150691		7389		230698		56068		35289		241416		118791		30307		1096421	
2011	136521	3.46	94866	1.11	156018	3.54	9697	31.24	234462	1.63	56967	1.60	37196	5.40	245446	1.67	121752	2.49	31671	4.50	1124596	2.57
2012	148262	8.60	94375	-0.52	164353	5.34	10466	7.93	247565	5.59	63087	10.74	37959	2.05	254473	3.68	124340	2.13	32935	3.99	1177815	4.73
2013	151468	2.16	108325	14.78	171048	4.07	12335	17.86	252014	1.80	63810	1.15	39543	4.17	256211	0.68	122618	-1.38	35764	8.59	1213136	3.00
2014	157198	3.78	111823	3.23	176278	3.06	13181	6.86	258933	2.75	65186	2.16	40658	2.82	257282	0.42	126128	2.86	36243	1.34	1242910	2.45
2015	159458	1.44	113411	1.42	181642	3.04	13487	2.32	258992	0.02	66189	1.54	41938	3.15	259074	0.70	129153	2.40	36624	1.05	1259968	1.37
2016	161742	1.43	113589	0.16	181579	-0.03	14000	3.80	261494	0.97	66690	0.76	42577	1.52	262720	1.41	131757	2.02	37069	1.22	1273217	1.05
2017	165740	2.47	116190	2.29	183665	1.15	14881	6.29	274251	4.88	68334	2.47	46700	9.68	264412	0.64	134304	1.93	37950	2.38	1306427	2.61
2018	168399	1.60	117312	0.97	186244	1.40	15147	1.79	279795	2.02	69340	1.47	48829	4.56	266798	0.90	137218	2.17	42748	12.64	1331830	1.94
2019	171670	1.94	118194	0.75	188823	1.38	15387	1.58	286717	2.47	71476	3.08	51504	5.48	268238	0.54	138802	1.15	43992	2.91	1354803	1.72
Ort		2.99		2.69		2.55		8.85		2.46		2.77		4.32		1.18		1.75		4.29		2.38



Çizelge 6. Tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarındaki ortalama traktör gücü (kW) değerleri  
 Table 6. Average tractor power (kW) values of the agricultural regions in 2010-2019

Yıllar	Akdeniz		Batı Anadolu		Batı Karadeniz		Doğu Karadeniz		Ege	Güney Doğu Anadolu		Kuzey Doğu Anadolu		Marmara		Orta Anadolu		Orta Doğu Anadolu		Türkiye		
	Ort. traktör gücü (kW)	% fark	Ort. traktör gücü (kW)	% fark	Ort. traktör gücü (kW)	% fark	Ort. traktör gücü (kW)	% fark		Ort. traktör gücü (kW)	% fark	Ort. traktör gücü (kW)	% fark	Ort. traktör gücü (kW)	% fark	Ort. traktör gücü (kW)	% fark	Ort. traktör gücü (kW)	% fark	Ort. traktör gücü (kW)	% fark	
2010	35.38		40.54		34.99		31.24		35.21		39.91		42.78		37.36		38.87		37.86		37.06	
2011	35.20	-0.51	40.55	0.02	34.67	-0.91	25.65	-17.89	35.11	-0.28	39.85	-0.15	42.78	0.00	37.26	-0.27	38.78	-0.23	37.48	-1.00	36.87	-0.51
2012	35.79	1.68	41.06	1.26	34.67	0.00	24.39	-4.91	35.22	0.31	39.54	-0.78	42.93	0.35	37.38	0.32	38.95	0.44	37.33	-0.40	36.98	0.30
2013	35.91	0.34	41.89	2.02	34.73	0.17	20.44	-16.20	35.26	0.11	39.63	0.23	43.00	0.16	37.41	0.08	39.14	0.49	37.23	-0.27	37.09	0.30
2014	35.63	-0.78	41.73	-0.38	34.09	-1.84	19.60	-4.11	35.11	-0.43	40.04	1.03	42.92	-0.19	37.45	0.11	39.64	1.28	37.13	-0.27	36.98	-0.30
2015	35.76	0.36	41.89	0.38	33.97	-0.35	19.63	0.15	35.14	0.09	40.24	0.50	44.16	2.89	37.80	0.93	39.68	0.10	37.58	1.21	37.14	0.43
2016	35.86	0.28	41.98	0.21	33.98	0.03	19.39	-1.22	35.28	0.40	40.25	0.02	44.24	0.18	37.94	0.37	39.71	0.08	37.62	0.11	37.23	0.24
2017	36.08	0.61	42.42	1.05	34.21	0.68	19.18	-1.08	35.61	0.94	40.40	0.37	44.73	1.11	38.12	0.47	40.05	0.86	37.67	0.13	37.49	0.70
2018	36.24	0.44	42.73	0.73	34.30	0.26	19.12	-0.31	35.72	0.31	40.39	-0.02	45.05	0.72	38.18	0.16	40.36	0.77	39.04	3.64	37.68	0.51
2019	36.39	0.41	43.87	2.67	34.41	0.32	18.91	-1.10	35.81	0.25	40.38	-0.02	45.25	0.44	38.25	0.18	40.58	0.55	39.28	0.61	37.88	0.53
Ort		0.32		0.89		-0.18		-5.19		0.19		0.13		0.63		0.26		0.48		0.42		0.24

Çizelge 7. Tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarındaki toplam traktör gücü (kW) değerleri  
 Table 7. Total tractor power (kW) values of the agricultural regions in 2010-2019

Yıllar	Akdeniz		Batı Anadolu		Batı Karadeniz		Doğu Karadeniz		Ege		Güney Doğu Anadolu		Kuzey Doğu Anadolu		Marmara		Orta Anadolu		Orta Doğu Anadolu		Türkiye	
	Toplam traktör gücü (x1000 kW)	% fark	Toplam traktör gücü (x1000 kW)	% fark	Toplam traktör gücü (x1000 kW)	% fark	Toplam traktör gücü (x1000 kW)	% fark	Toplam traktör gücü (x1000 kW)	% fark	Toplam traktör gücü (x1000 kW)	% fark	Toplam traktör gücü (x1000 kW)	% fark	Toplam traktör gücü (x1000 kW)	% fark	Toplam traktör gücü (x1000 kW)	% fark	Toplam traktör gücü (x1000 kW)	% fark	Toplam traktör gücü (x1000 kW)	% fark
2010	4668.7		3803.8		5273.0		230.8		8123.6		2237.6		1509.6		9020.5		4617.7		1147.5		40632.9	
2011	4805.3	2.93	3847.2	1.14	5409.5	2.59	248.7	7.76	8232.5	1.34	2270.3	1.46	1591.1	5.40	9146.2	1.39	4721.3	2.24	1187.0	3.44	41459.1	2.03
2012	5306.8	10.44	3874.9	0.72	5698.0	5.33	255.2	2.61	8718.7	5.91	2494.4	9.87	1629.5	2.41	9511.0	3.99	4842.7	2.57	1229.3	3.56	43560.5	5.07
2013	5439.8	2.51	4537.9	17.11	5939.7	4.24	252.1	-1.21	8886.0	1.92	2528.5	1.37	1700.4	4.35	9584.3	0.77	4799.6	-0.89	1331.5	8.31	45000.0	3.30
2014	5601.7	2.98	4666.5	2.83	6010.1	1.19	258.3	2.46	9090.2	2.30	2610.2	3.23	1744.9	2.62	9634.8	0.53	4999.5	4.16	1345.8	1.07	45961.9	2.14
2015	5702.8	1.80	4751.1	1.81	6169.9	2.66	264.8	2.52	9102.3	0.13	2663.2	2.03	1852.0	6.14	9793.5	1.65	5124.8	2.51	1376.3	2.27	46800.7	1.82
2016	5800.0	1.70	4768.9	0.37	6170.0	0.00	271.5	2.53	9225.9	1.36	2684.4	0.80	1883.7	1.71	9968.2	1.78	5231.7	2.09	1394.7	1.34	47399.0	1.28
2017	5980.1	3.11	4929.0	3.36	6282.8	1.83	285.3	5.08	9767.4	5.87	2760.9	2.85	2088.9	10.89	10079.9	1.12	5379.0	2.82	1429.5	2.50	48982.8	3.34
2018	6103.4	2.06	5012.6	1.70	6387.7	1.67	289.6	1.51	9994.3	2.32	2800.5	1.43	2199.5	5.29	10185.7	1.05	5538.6	2.97	1668.8	16.74	50180.8	2.45
2019	6247.7	2.36	5185.5	3.45	6498.0	1.73	291.0	0.48	10267.9	2.74	2885.9	3.05	2330.5	5.96	10260.0	0.73	5632.2	1.69	1727.9	3.54	51326.6	2.28
Ort		3.32		3.61		2.36		2.64		2.65		2.90		4.97		1.45		2.24		4.75		2.64

Çizelge 8. Tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarındaki toplam tarım alet/makina sayıları  
 Table 8. Total agricultural tool/machine numbers of the agricultural regions in 2010-2019

Yıllar	Akdeniz		Batı Anadolu		Batı Karadeniz		Doğu Karadeniz		Ege		Güney Doğu Anadolu		Kuzey Doğu Anadolu		Marmara		Orta Anadolu		Orta Doğu Anadolu		Türkiye	
	Tarım alet/makina Sayısı (Adet)	% fark	Tarım alet/makina Sayısı (Adet)	% fark	Tarım alet/makina Sayısı (Adet)	% fark	Tarım alet/makina Sayısı (Adet)	% fark	Tarım alet/makina Sayısı (Adet)	% fark	Tarım alet/makina Sayısı (Adet)	% fark	Tarım alet/makina Sayısı (Adet)	% fark	Tarım alet/makina Sayısı (Adet)	% fark	Tarım alet/makina Sayısı (Adet)	% fark	Tarım alet/makina Sayısı (Adet)	% fark	Tarım alet/makina Sayısı (Adet)	% fark
2010	635790		590771		668585		53985		1177805		282738		185505		1276037		645956		167743		5684915	
2011	654194	2.89	598406	1.29	685866	2.58	56104	3.93	1188642	0.92	294468	4.15	196157	5.74	1276472	0.03	655641	1.50	171726	2.37	5777676	1.63
2012	683315	4.45	612106	2.29	688046	0.32	55378	-1.29	1204241	1.31	315401	7.11	200838	2.39	1304148	2.17	664737	1.39	175794	2.37	5904004	2.19
2013	693732	1.52	619504	1.21	687705	-0.05	56075	1.26	1219642	1.28	321012	1.78	209543	4.33	1303346	-0.06	670745	0.90	180106	2.45	5961410	0.97
2014	710427	2.41	613620	-0.95	691928	0.61	51559	-8.05	1239686	1.64	331827	3.37	217819	3.95	1298762	-0.35	683969	1.97	181987	1.04	6021584	1.01
2015	718683	1.16	620710	1.16	697266	0.77	51264	-0.57	1242961	0.26	337460	1.70	224073	2.87	1322053	1.79	694115	1.48	183978	1.09	6092563	1.18
2016	735413	2.33	623310	0.42	708170	1.56	54593	6.49	1251994	0.73	342806	1.58	227673	1.61	1337507	1.17	702802	1.25	186244	1.23	6170512	1.28
2017	753269	2.43	644370	3.38	714642	0.91	57783	5.84	1272423	1.63	350854	2.35	239537	5.21	1350719	0.99	715882	1.86	193403	3.84	6292882	1.98
2018	771520	2.42	655718	1.76	717648	0.42	58368	1.01	1285382	1.02	352908	0.59	246801	3.03	1371079	1.51	730205	2.00	198446	2.61	6388075	1.51
2019	789145	2.28	666349	1.62	723583	0.83	57736	-1.08	1297768	0.96	360078	2.03	256243	3.83	1382428	0.83	740317	1.38	202436	2.01	6476083	1.38
Ort		2.43		1.35		0.88		0.84		1.08		2.74		3.66		0.90		1.53		2.11		1.46

Mekanizasyon düzeyinin belirlenmesinde yaygın olan; birim alana düşen traktör gücü ( $\text{kW ha}^{-1}$ ), 1000 ha alana düşen traktör sayısı (traktör  $1000 \text{ ha}^{-1}$ ), bir traktöre düşen toplam alan ( $\text{ha traktör}^{-1}$ ) ve bir traktöre düşen makina sayısı (makina  $\text{traktör}^{-1}$ ) göstergeleri esas alınmıştır. Bu göstergelerin hesaplanmasında Çizelge 4-8'den yararlanılmıştır.

Elde edilen verilerden Türkiye'nin on tarım bölgesine göre; mekanizasyon düzeyi gösterge değerleri ( $\text{kW ha}^{-1}$ , traktör  $1000 \text{ ha}^{-1}$ , ha  $\text{traktör}^{-1}$ , makina  $\text{traktör}^{-1}$ ) belirlenerek çizelgelere ve grafiklere aktarılmış ve değerlendirilmiştir.

Gelecek yıllar (2020-2030) için mekanizasyon düzeyi ( $\text{kW ha}^{-1}$ ) gösterge değerinin tahmin edilmesinde trend analizi kullanılmıştır. Trend (eğilim) analizi bir zaman serisinin uzun dönemdeki ana eğilimi olarak tanımlanan eğilimin bir doğru veya bir eğri ile ifade edilmesidir (Yavuz, 2016). Trend analizinde ele alınan zaman serisini en iyi temsil edecek trend denklemi belirlendikten sonra, gelecek dönem için tahminler elde edilir. Trendin tahmini, en küçük kareler yöntemi, hareketli ortalama ve yarıyıl ortalamalar yöntemi ile yapılabilir (Abdikoğlu, 2019). Bu çalışmada trend eğrisinin denklemini bulmak için en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Ancak trend eğrisinin denklemini bulmak için en küçük kareler yönteminin farklı denklem türlerinin (doğrusal, logaritmik, üssel, vd.) incelenmesi gerekmektedir (Witt ve Witt, 1992). Bu çalışmada farklı denklem türleri incelenmiş ve determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) en yüksek olan lineer trend denklemi uygulanarak analiz yapılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Türkiye'nin tarım bölgelerinin; 2010-2019 yıllarındaki mekanizasyon düzeyi gösterge değerleri Çizelge 9-12 ve Şekil 1-4'te, 2020-2030 yıllarında trend analizi ile belirlenen işlenen alana düşen traktör gücü ( $\text{kW ha}^{-1}$ ) değerleri ise Çizelge 13 ve Şekil 5'te verilmiştir.

Son on yılda (2010-2019), işlenen alana düşen traktör gücü ( $\text{kW ha}^{-1}$ ) değeri; Türkiye'nin on tarım bölgesinde ve Türkiye genelinde yıllara göre artmış ve en yüksek değerler ( $2.86-3.72 \text{ kW ha}^{-1}$ ) Ege Bölgesinde, en düşük değerler ( $0.35-0.44 \text{ kW ha}^{-1}$ ) ise Doğu Karadeniz Bölgesinde gerçekleşmiştir. Türkiye genelinde ise  $\text{kW ha}^{-1}$  değeri son on yılda ortalama %3.22 artış göstermiş ve  $1.67-2.22 \text{ kW ha}^{-1}$  olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 9, Şekil 1). Türkiye ve tarım bölgelerinde, işlenen alan başına düşen traktör gücü ( $\text{kW ha}^{-1}$ ) değerlerinin yıllara göre giderek artması, yıllara göre traktör sayısı (Çizelge 5) ve güç değerlerinin (Çizelge 6-7) artması ve az da olsa işlenen tarım alanlarının azalmasından (Çizelge 4) kaynaklanmaktadır. Ayrıca, ekonomik ömrünü dolduran traktörlerin yerine daha yüksek güce sahip traktörlerin satın alınması da işlenen alan başına traktör gücünü arttıran bir faktördür.

Son on yılda, traktör  $1000 \text{ ha}^{-1}$  değeri; tüm tarım bölgelerinde ve Türkiye genelinde yıllara göre artış göstermiştir (Şekil 2). On yıllık (2010-2019) ortalama artış değerleri %1.09-8.75 arasında gerçekleşmiştir (Çizelge 10). Traktör  $1000 \text{ ha}^{-1}$  değerinin artması; yıllara göre traktör sayısının artması (Çizelge 5) ve işlenen tarım alanlarının azalmasından (Çizelge 4) kaynaklanmaktadır.

On yıllık (2010-2019) zaman sürecinde, ha  $\text{traktör}^{-1}$  değeri; tüm tarım bölgeleri ve Türkiye genelinde azalma göstermiştir (Şekil 3). On yıllık ortalama azalma; en fazla Doğu Karadeniz Bölgesinde (-%7.56), en az Marmara Bölgesinde (-%1.04) gerçekleşmiştir. Türkiye'de ortalama azalma değeri ise -%2.91 olmuştur (Çizelge 11). ha  $\text{traktör}^{-1}$  değerindeki azalma, mekanizasyon düzeyinin arttığı veya iyileştiğinin bir ifadesidir.

Türkiye'nin ve tarım bölgelerinin, 2010-2019 yıllarında traktör başına düşen alet/makina sayısı (makina  $\text{traktör}^{-1}$ ); azalmıştır (Şekil 4). On yıllık ortalama azalma; en fazla Doğu Karadeniz Bölgesinde (-%6.84), en az Güney Doğu Anadolu Bölgesinde (%0.01) gerçekleşmiştir. Türkiye'de ortalama azalma değeri ise -%0.89 olmuştur (Çizelge 12). Makina  $\text{traktör}^{-1}$  oranındaki azalma; on yıllık süreçte makina sayılarındaki artış oranlarının (Çizelge 8) traktör sayılarındaki artış oranlarından (Çizelge 5) daha az olmasından kaynaklanmaktadır.

2010 yılı verilerine göre AB'de 1 ha üretim alanına düşen traktör gücü 6 kW, traktör başına düşen üretim alanı 11.30 ha, 1000 ha tarım alanına düşen traktör sayısı 89, traktör başına düşen makina sayısı ise 10'dur (İleri, 2010; Gökdoğan 2012). Bu rakamlar Türkiye'nin tarımsal mekanizasyon düzeyinin geçen on yıllık süreçteki tüm gelişmelere rağmen hala yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir.

Türkiye'nin ve tarım bölgelerinin gelecek yıllar (2020-2030) için mekanizasyon gösterge değerlerinden, işlenen alana düşen traktör gücü ( $\text{kW ha}^{-1}$ ) değerlerinin belirlenmesi için 2010-2019 yıllarındaki  $\text{kW ha}^{-1}$  değerlerinin değişiminden trend analizi yardımıyla tahmin edilmiştir. Buna göre  $\text{kW ha}^{-1}$  değeri; tüm tarım bölgelerinde ve Türkiye genelinde gelecek yıllara göre artış olacağı beklenmektedir (Şekil 5). Gelecek on bir yıllık (2020-2030) ortalama artış değerleri %0.89-3.18 arasında gerçekleşeceği öngörülmektedir.  $\text{kW ha}^{-1}$  değeri; Türkiye geneli için 2020 yılında 2.27, 2025 yılında 2.55 ve 2030 yılında 2.84 olması tahmin edilmektedir (Çizelge 13).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, tarımsal mekanizasyon planlamalarında; etkinliği artırma ve yön vermede katkı sağlayacağı amacıyla, Türkiye ve on tarım bölgesinin, son 10 yıla (2010-2019) ait tarımsal mekanizasyon düzeyi gösterge değerleri (traktör sayısı



Çizelge 9. Türkiye'nin tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarında işlenen alana düşen traktör gücü (kW ha<sup>-1</sup>)  
 Table 9. Tractor power per unit cultivated area (kW ha<sup>-1</sup>) of the Turkey's agricultural regions in 2010-2019

Yıllar	Akdeniz		Batı Anadolu		Batı Karadeniz		Doğu Karadeniz		Ege		Güney Doğu Anadolu		Kuzey Doğu Anadolu		Marmara		Orta Anadolu		Orta Doğu Anadolu		Türkiye	
	kW ha <sup>-1</sup>	% fark	kW ha <sup>-1</sup>	% fark	kW ha <sup>-1</sup>	% fark	kW ha <sup>-1</sup>	% fark	kW ha <sup>-1</sup>	% fark	kW ha <sup>-1</sup>	% fark	kW ha <sup>-1</sup>	% fark	kW ha <sup>-1</sup>	% fark	kW ha <sup>-1</sup>	% fark	kW ha <sup>-1</sup>	% fark	kW ha <sup>-1</sup>	% fark
2010	1.89		1.09		2.48		0.35		2.86		0.70		1.19		2.96		1.16		0.89		1.67	
2011	2.01	6.35	1.14	4.59	2.63	6.05	0.36	2.86	2.99	4.55	0.75	7.14	1.24	4.20	3.07	3.72	1.25	7.76	0.94	5.62	1.76	5.39
2012	2.29	13.93	1.15	0.88	2.73	3.80	0.36	0.00	3.11	4.01	0.84	12.00	1.10	-11.29	3.20	4.23	1.28	2.40	0.97	3.19	1.83	3.98
2013	2.33	1.75	1.32	14.78	2.90	6.23	0.37	2.78	3.16	1.61	0.80	-4.76	1.31	19.09	3.15	-1.56	1.30	1.56	1.03	6.19	1.89	3.28
2014	2.38	2.15	1.34	1.52	2.89	-0.34	0.39	5.41	3.26	3.16	0.83	3.75	1.37	4.58	3.10	-1.59	1.34	3.08	1.02	-0.97	1.92	1.59
2015	2.46	3.36	1.36	1.49	2.99	3.46	0.40	2.56	3.26	0.00	0.86	3.61	1.46	6.57	3.12	0.65	1.36	1.49	1.05	2.94	1.96	2.08
2016	2.52	2.44	1.36	0.00	3.04	1.67	0.41	2.50	3.33	2.15	0.89	3.49	1.52	4.11	3.17	1.60	1.40	2.94	1.07	1.90	2.00	2.04
2017	2.63	4.37	1.45	6.62	3.12	2.63	0.43	4.88	3.54	6.31	0.93	4.49	1.66	9.21	3.22	1.58	1.49	6.43	1.14	6.54	2.10	5.00
2018	2.71	3.04	1.47	1.38	3.24	3.85	0.43	0.00	3.62	2.26	0.96	3.23	1.74	4.82	3.30	2.48	1.53	2.68	1.34	17.54	2.16	2.86
2019	2.83	4.43	1.54	4.76	3.25	0.31	0.44	2.33	3.72	2.76	0.99	3.13	1.82	4.60	3.34	1.21	1.56	1.96	1.39	3.73	2.22	2.78
Ort	4.65		4.00		3.07		2.59		2.98		4.01		5.10		1.37		3.37		5.19		3.22	

Çizelge 10. Türkiye'nin tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarında 1000 ha alana düşen traktör sayısı (traktör 1000 ha<sup>-1</sup>)  
 Table 10. Number of tractors per 1000 ha areas (tractor 1000 ha<sup>-1</sup>) of the Turkey's agricultural regions in 2010-2019

Yıllar	Akdeniz		Batı Anadolu		Batı Karadeniz		Doğu Karadeniz		Ege		Güney Doğu Anadolu		Kuzey Doğu Anadolu		Marmara		Orta Anadolu		Orta Doğu Anadolu		Türkiye	
	Traktör 1000 ha <sup>-1</sup>	% fark	Traktör 1000 ha <sup>-1</sup>	% fark	Traktör 1000 ha <sup>-1</sup>	% fark	Traktör 1000 ha <sup>-1</sup>	% fark	Traktör 1000 ha <sup>-1</sup>	% fark	Traktör 1000 ha <sup>-1</sup>	% fark	Traktör 1000 ha <sup>-1</sup>	% fark	Traktör 1000 ha <sup>-1</sup>	% fark	Traktör 1000 ha <sup>-1</sup>	% fark	Traktör 1000 ha <sup>-1</sup>	% fark	Traktör 1000 ha <sup>-1</sup>	% fark
2010	53.53		26.83		70.87		11.12		81.24		17.45		27.92		79.33		29.75		23.52		44.95	
2011	57.17	6.80	28.14	4.88	75.79	6.94	13.87	24.73	85.19	4.86	18.81	7.79	28.91	3.55	82.34	3.79	32.14	8.03	25.13	6.85	47.62	5.94
2012	63.96	11.88	27.92	-0.78	78.73	3.88	14.89	7.35	88.42	3.79	21.17	12.55	25.56	-11.59	85.66	4.03	32.84	2.18	25.90	3.06	49.53	4.01
2013	64.77	1.27	31.40	12.46	83.41	5.94	18.25	22.57	89.70	1.45	20.24	-4.39	30.47	19.21	84.08	-1.84	33.26	1.28	27.57	6.45	50.96	2.89
2014	66.76	3.07	32.20	2.55	84.84	1.71	19.66	7.73	92.98	3.66	20.83	2.92	31.90	4.69	82.65	-1.70	33.71	1.35	27.41	-0.58	51.92	1.88
2015	68.67	2.86	32.52	0.99	88.13	3.88	20.20	2.75	92.65	-0.35	21.28	2.16	32.99	3.42	82.66	0.01	34.21	1.48	27.98	2.08	52.64	1.39
2016	70.27	2.33	32.42	-0.31	89.38	1.42	21.10	4.46	94.42	1.91	22.04	3.57	34.28	3.91	83.44	0.94	35.36	3.36	28.54	2.00	53.70	2.01
2017	72.90	3.74	34.18	5.43	91.18	2.01	22.26	5.50	99.45	5.33	23.03	4.49	37.21	8.55	84.43	1.19	37.09	4.89	30.15	5.64	55.96	4.21
2018	74.78	2.58	34.42	0.70	94.48	3.62	22.32	0.27	101.44	2.00	23.81	3.39	38.56	3.63	86.45	2.39	38.01	2.48	34.40	14.10	57.44	2.64
2019	77.89	4.16	35.20	2.27	94.56	0.08	23.09	3.45	103.88	2.41	24.63	3.44	40.23	4.33	87.33	1.02	38.46	1.18	35.27	2.53	58.66	2.12
Ort	4.30		3.13		3.28		8.75		2.78		3.99		4.41		1.09		2.92		4.68		3.01	

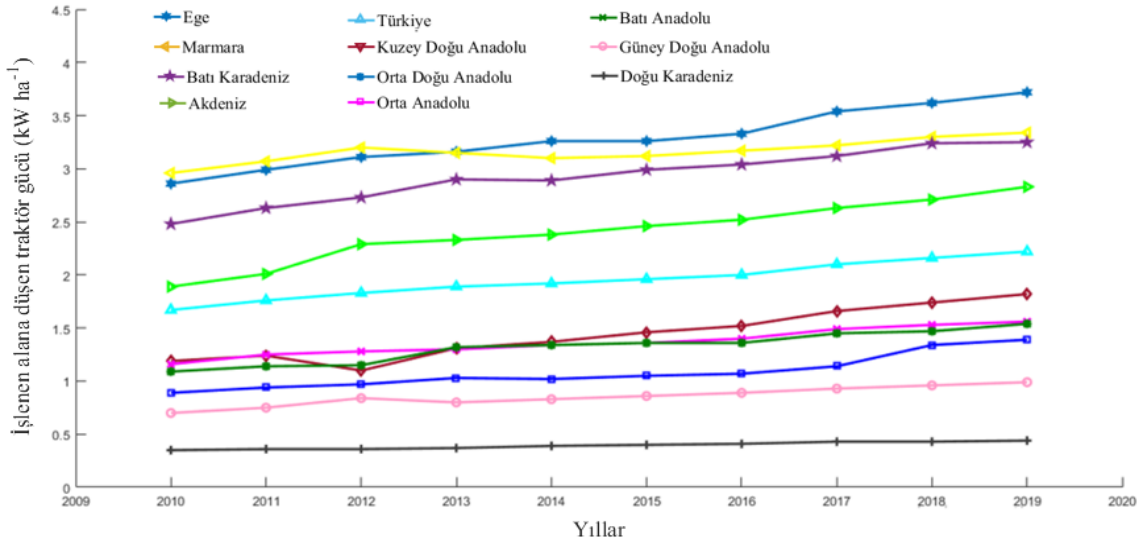
Çizelge 11. Türkiye'nin tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarında traktör başına düşen üretim alanı (ha traktör<sup>-1</sup>)  
 Table 11. Production area per tractor (ha tractor<sup>-1</sup>) value of the Turkey's agricultural regions in 2010-2019

Yıllar	Akdeniz		Batı Anadolu		Batı Karadeniz		Doğu Karadeniz		Ege		Güney Doğu Anadolu		Kuzey Doğu Anadolu		Marmara		Orta Anadolu		Orta Doğu Anadolu		Türkiye	
	ha Traktör <sup>-1</sup>	% fark	ha Traktör <sup>-1</sup>	% fark	ha Traktör <sup>-1</sup>	% fark	ha Traktör <sup>-1</sup>	% fark	ha Traktör <sup>-1</sup>	% fark	ha Traktör <sup>-1</sup>	% fark	ha Traktör <sup>-1</sup>	% fark	ha Traktör <sup>-1</sup>	% fark	ha Traktör <sup>-1</sup>	% fark	ha Traktör <sup>-1</sup>	% fark	ha Traktör <sup>-1</sup>	% fark
2010	18.68		37.28		14.11		89.93		12.31		57.29		35.82		12.60		33.62		42.53		22.25	
2011	17.49	-6.37	35.54	-4.67	13.19	-6.52	72.12	-19.80	11.74	-4.63	53.16	-7.21	34.59	-3.43	12.14	-3.65	31.11	-7.47	39.80	-6.42	21.00	-5.62
2012	15.63	-10.63	35.82	0.79	12.70	-3.71	67.15	-6.89	11.31	-3.66	47.25	-11.12	39.12	13.10	11.67	-3.87	30.45	-2.12	38.60	-3.02	20.19	-3.86
2013	15.44	-1.22	31.85	-11.08	11.99	-5.59	54.78	-18.42	11.15	-1.41	49.41	4.57	32.82	-16.10	11.89	1.89	30.06	-1.28	36.27	-6.04	19.62	-2.82
2014	14.98	-2.98	31.06	-2.48	11.79	-1.67	50.86	-7.16	10.75	-3.59	48.00	-2.85	31.35	-4.48	12.10	1.77	29.66	-1.33	36.48	0.58	19.26	-1.83
2015	14.56	-2.80	30.75	-1.00	11.35	-3.73	49.51	-2.65	10.79	0.37	47.00	-2.08	30.32	-3.29	12.10	0.00	29.23	-1.45	35.74	-2.03	19.00	-1.35
2016	14.23	-2.27	30.84	0.29	11.19	-1.41	47.39	-4.28	10.59	-1.85	45.38	-3.45	29.17	-3.79	11.98	-0.99	28.28	-3.25	35.04	-1.96	18.62	-2.00
2017	13.72	-3.58	29.26	-5.12	10.97	-1.97	44.92	-5.21	10.06	-5.00	43.41	-4.34	26.88	-7.85	11.84	-1.17	26.96	-4.67	33.17	-5.34	17.87	-4.03
2018	13.37	-2.55	29.05	-0.72	10.58	-3.56	44.81	-0.24	9.86	-1.99	42.00	-3.25	25.93	-3.53	11.57	-2.28	26.31	-2.41	29.07	-12.36	17.41	-2.57
2019	12.84	-3.96	28.41	-2.20	10.58	0.00	43.31	-3.35	9.63	-2.33	40.60	-3.33	24.86	-4.13	11.45	-1.04	26.00	-1.18	28.35	-2.48	17.05	-2.07
Ort		-4.04		-2.91		-3.13		-7.56		-2.68		-3.67		-3.72		-1.04		-2.80		-4.34		-2.91

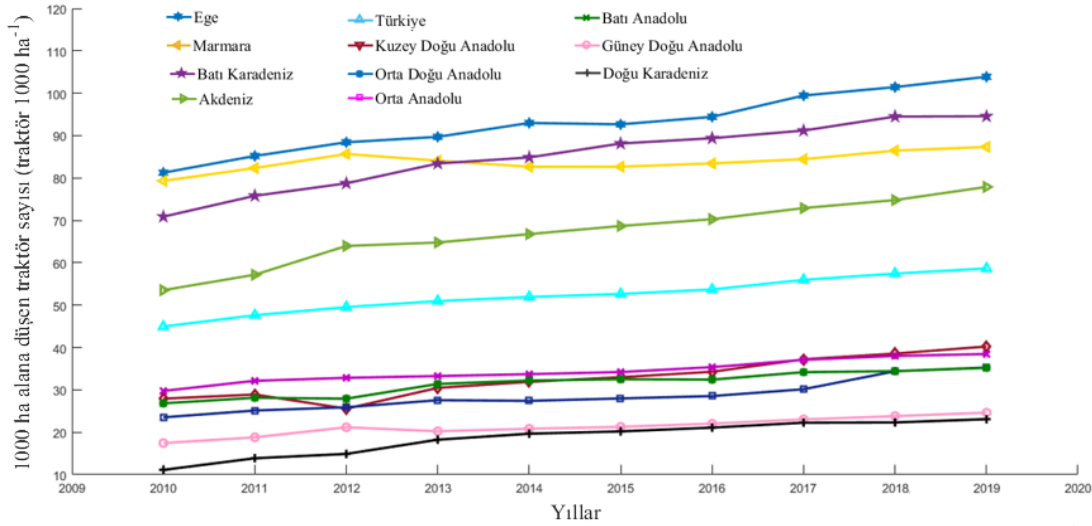
Çizelge 12. Türkiye'nin tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarında traktör başına düşen alet/makina sayısı (makina traktör<sup>-1</sup>)  
 Table 12. Number of tools/machines per tractor (machine tractor<sup>-1</sup>) value of the Turkey's agricultural regions in 2010-2019

Yıllar	Akdeniz		Batı Anadolu		Batı Karadeniz		Doğu Karadeniz		Ege		Güney Doğu Anadolu		Kuzey Doğu Anadolu		Marmara		Orta Anadolu		Orta Doğu Anadolu		Türkiye	
	Makina Traktör <sup>-1</sup>	% fark	Makina Traktör <sup>-1</sup>	% fark	Makina Traktör <sup>-1</sup>	% fark	Makina Traktör <sup>-1</sup>	% fark	Makina Traktör <sup>-1</sup>	% fark	Makina Traktör <sup>-1</sup>	% fark	Makina Traktör <sup>-1</sup>	% fark	Makina Traktör <sup>-1</sup>	% fark	Makina Traktör <sup>-1</sup>	% fark	Makina Traktör <sup>-1</sup>	% fark	Makina Traktör <sup>-1</sup>	% fark
2010	4.82		6.30		4.44		7.31		5.11		5.04		5.26		5.29		5.44		5.53		5.18	
2011	4.79	-0.62	6.31	0.16	4.40	-0.90	5.79	-20.79	5.07	-0.78	5.17	2.58	5.27	0.19	5.20	-1.70	5.39	-0.92	5.42	-1.99	5.14	-0.77
2012	4.61	-3.76	6.49	2.85	4.19	-4.77	5.29	-8.64	4.86	-4.14	5.00	-3.29	5.29	0.38	5.12	-1.54	5.35	-0.74	5.34	-1.48	5.01	-2.53
2013	4.58	-0.65	5.72	-11.86	4.02	-4.06	4.55	-13.99	4.84	-0.41	5.03	0.60	5.30	0.19	5.09	-0.59	5.47	2.24	5.04	-5.62	4.91	-2.00
2014	4.52	-1.31	5.49	-4.02	3.93	-2.24	3.91	-14.07	4.79	-1.03	5.09	1.19	5.36	1.13	5.05	-0.79	5.42	-0.91	5.02	-0.40	4.84	-1.43
2015	4.51	-0.22	5.47	-0.36	3.84	-2.29	3.80	-2.81	4.80	0.21	5.10	0.20	5.34	-0.37	5.10	0.99	5.37	-0.92	5.02	0.00	4.84	0.00
2016	4.55	0.89	5.49	0.37	3.90	1.56	3.90	2.63	4.79	-0.21	5.14	0.78	5.35	0.19	5.09	-0.20	5.33	-0.74	5.02	0.00	4.85	0.21
2017	4.54	-0.22	5.55	1.09	3.89	-0.26	3.88	-0.51	4.64	-3.13	5.13	-0.19	5.13	-4.11	5.11	0.39	5.33	0.00	5.10	1.59	4.82	-0.62
2018	4.58	0.88	5.59	0.72	3.85	-1.03	3.85	-0.77	4.59	-1.08	5.09	-0.78	5.05	-1.56	5.14	0.59	5.32	-0.19	4.64	-9.02	4.80	-0.41
2019	4.60	0.44	5.64	0.89	3.83	-0.52	3.75	-2.60	4.53	-1.31	5.04	-0.98	4.98	-1.39	5.15	0.19	5.33	0.19	4.60	-0.86	4.78	-0.42
Ort		-0.51		-1.13		-1.61		-6.84		-1.32		0.01		-0.59		-0.29		-0.22		-1.97		-0.89

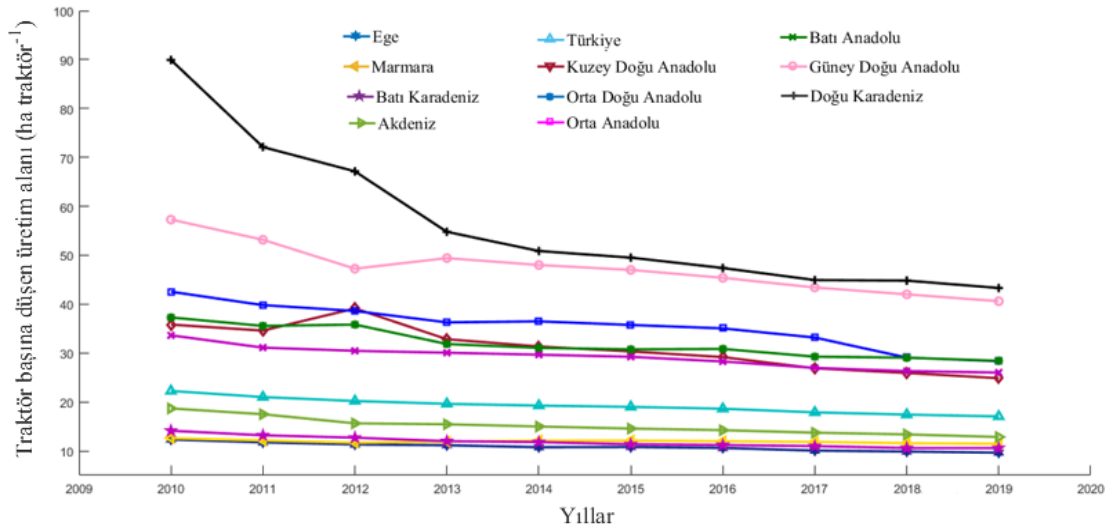




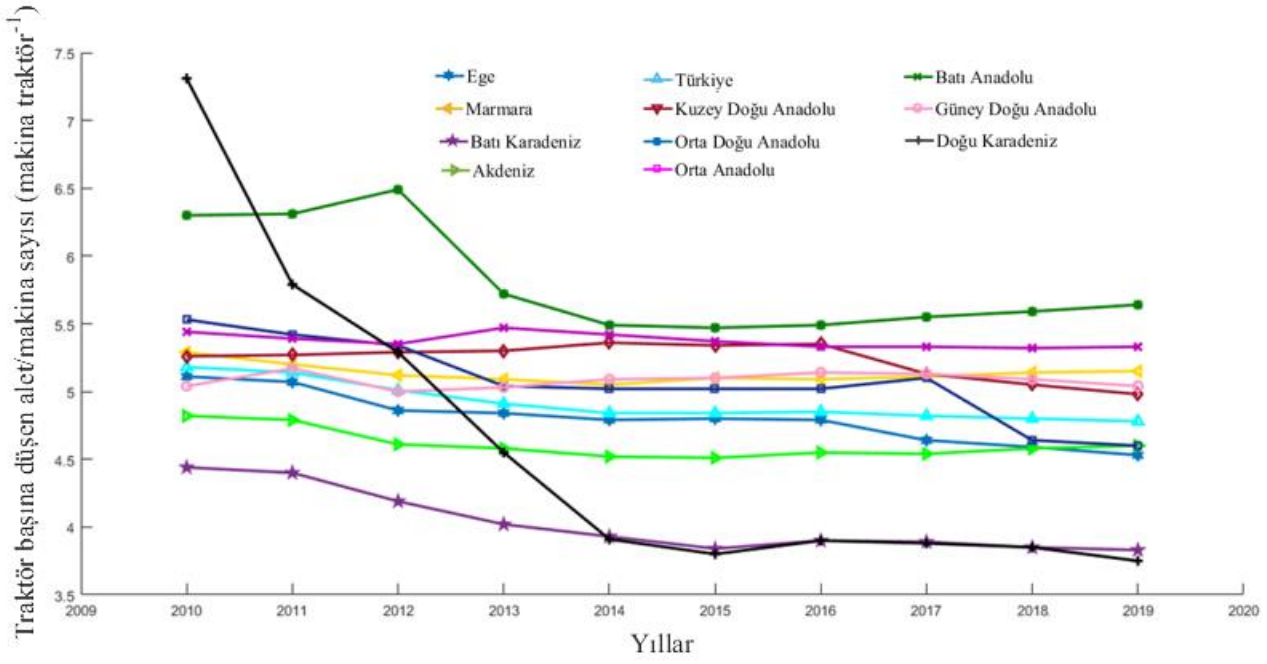
Şekil 1. Türkiye'nin tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarında işlenen alana düşen traktör gücü ( $\text{kW ha}^{-1}$ )  
Figure 1. Tractor power per unit cultivated area ( $\text{kW ha}^{-1}$ ) of the Turkey's agricultural regions in 2010-2019



Şekil 2. Türkiye'nin tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarında 1000 ha alana düşen traktör sayısı (tractör  $1000\text{ha}^{-1}$ )  
Figure 2. Number of tractors per 1000 ha areas (tractör  $1000\text{ha}^{-1}$ ) of the Turkey's agricultural regions in 2010-2019

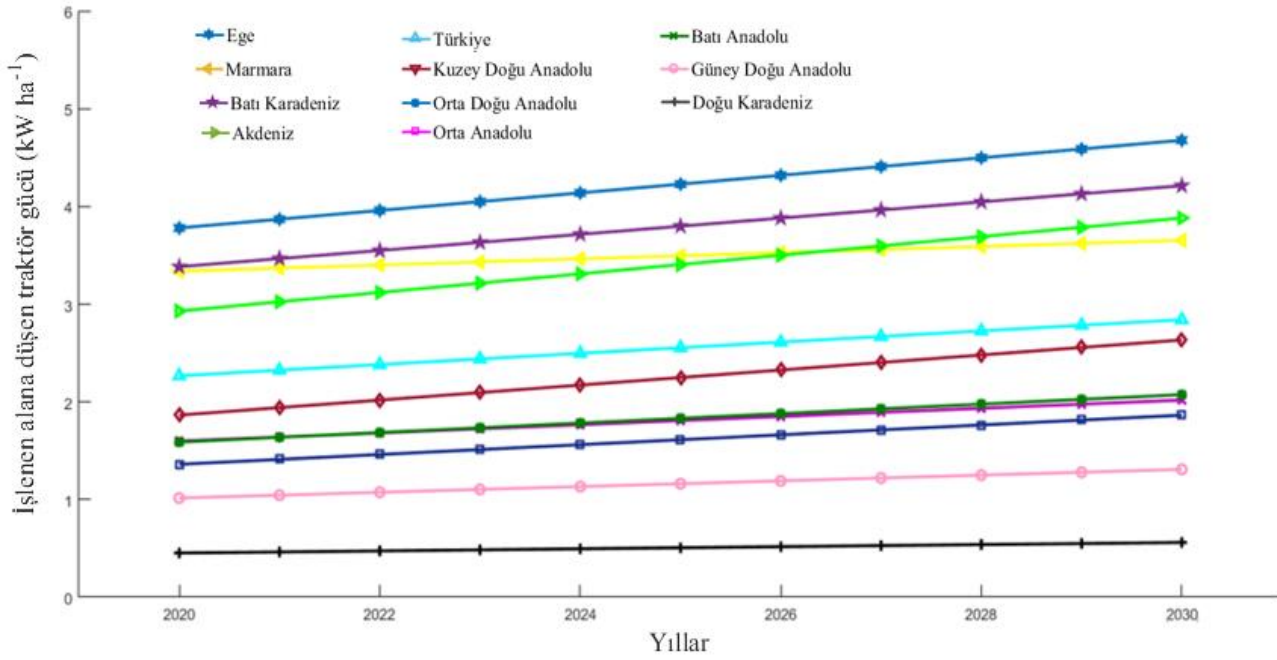


Şekil 3. Türkiye'nin tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarında traktör başına düşen üretim alanı ( $\text{ha traktör}^{-1}$ )  
Figure 3. Production area per tractor ( $\text{ha traktör}^{-1}$ ) value of the Turkey's agricultural regions in 2010-2019



Şekil 4. Türkiye'nin tarım bölgelerinin 2010-2019 yıllarında traktör başına düşen alet/makina sayısı (makina traktör<sup>-1</sup>)

Figure 4. Number of tools/machines per tractor (machine tractor<sup>-1</sup>) value of the Turkey's agricultural regions in 2010-2019



Şekil 5. Türkiye'nin tarım bölgelerinin 2020-2030 yıllarında trend analizi ile belirlenen işlenen alana düşen traktör gücü (kW ha<sup>-1</sup>) değerleri

Figure 5. Tractor power per unit cultivated area (kW ha<sup>-1</sup>) values of the Turkey's agricultural regions for the years 2020-2030 determined by trend analysis

Çizelge 13. Türkiye'nin tarım bölgelerinin 2020-2030 yıllarında trend analizi ile belirlenen işlenen alana düşen traktör gücü (kW ha<sup>-1</sup>) değerleri  
 Table 13. Tractor power per unit cultivated area (kW ha<sup>-1</sup>) values of the Turkey's agricultural regions for the years 2020-2030 determined by trend analysis

Yıllar	Akdeniz			Batı Anadolu			Batı Karadeniz			Doğu Karadeniz			Ege			Güney Doğu Anadolu			Kuzey Doğu Anadolu			Marmara			Orta Anadolu			Orta Doğu Anadolu			Türkiye					
	y = 0.0952x + 1.8813 R <sup>2</sup> = 0.9952 % Fark			y = 0.0485x + 1.0553 R <sup>2</sup> = 0.9936 % Fark			y = 0.0828x + 2.4713 R <sup>2</sup> = 0.9964 % Fark			y = 0.0108x + 0.3347 R <sup>2</sup> = 0.9973 % Fark			y = 0.0898x + 2.7913 R <sup>2</sup> = 0.9969 % Fark			y = 0.0293x + 0.694 R <sup>2</sup> = 0.9934 % Fark			y = 0.0769x + 1.018 R <sup>2</sup> = 0.991 % Fark			y = 0.0316x + 2.9893 R <sup>2</sup> = 0.9644 % Fark			y = 0.042x + 1.136 R <sup>2</sup> = 0.9972 % Fark			y = 0.0503x + 0.8073 R <sup>2</sup> = 0.9832 % Fark			y = 0.0574x + 1.6353 R <sup>2</sup> = 0.9985 % Fark					
2020	2.93			1.59			3.38			0.45			3.78			1.02			1.86			3.34			1.60			1.36			2.27					
2021	3.02	3.07		1.64	3.14		3.47	2.66		0.46	2.22		3.87	2.38		1.05	2.94		1.94	4.30		3.37	0.90		1.64	2.50		1.41	3.68		2.32	2.20				
2022	3.12	3.31		1.69	3.05		3.55	2.31		0.47	2.17		3.96	2.33		1.07	1.90		2.02	4.12		3.40	0.89		1.68	2.44		1.46	3.55		2.38	2.59				
2023	3.21	2.88		1.73	2.37		3.63	2.25		0.49	4.26		4.05	2.27		1.10	2.80		2.09	3.47		3.43	0.88		1.72	2.38		1.51	3.42		2.44	2.52				
2024	3.31	3.12		1.78	2.89		3.71	2.20		0.50	2.04		4.14	2.22		1.13	2.73		2.17	3.83		3.46	0.87		1.77	2.91		1.56	3.31		2.50	2.46				
2025	3.40	2.72		1.83	2.81		3.80	2.43		0.51	2.00		4.23	2.17		1.16	2.65		2.25	3.69		3.49	0.87		1.81	2.26		1.61	3.21		2.55	2.00				
2026	3.50	2.94		1.88	2.73		3.88	2.11		0.52	1.96		4.32	2.13		1.19	2.59		2.33	3.56		3.53	1.15		1.85	2.21		1.66	3.11		2.61	2.35				
2027	3.60	2.86		1.93	2.66		3.96	2.06		0.53	1.92		4.41	2.08		1.22	2.52		2.40	3.00		3.56	0.85		1.89	2.16		1.71	3.01		2.67	2.30				
2028	3.69	2.50		1.98	2.59		4.05	2.27		0.54	1.89		4.50	2.04		1.25	2.46		2.48	3.33		3.59	0.84		1.93	2.12		1.76	2.92		2.73	2.25				
2029	3.79	2.71		2.03	2.53		4.13	1.98		0.55	1.85		4.59	2.00		1.28	2.40		2.56	3.23		3.62	0.84		1.98	2.59		1.81	2.84		2.78	1.83				
2030	3.88	2.37		2.07	1.97		4.21	1.94		0.56	1.82		4.68	1.96		1.31	2.34		2.63	2.73		3.65	0.83		2.02	2.02		1.86	2.76		2.84	2.16				
Ort		2.85			2.67			2.22			2.21			2.16			2.53			3.53			0.89			2.36			3.18			2.27				

1000 ha<sup>-1</sup>, ha traktör<sup>-1</sup>, kW ha<sup>-1</sup>, makina sayısı traktör<sup>-1</sup> belirlenmiş ve gelecek yıllar (2020-2030) için mekanizasyon düzeyi (kW ha<sup>-1</sup>) gösterge değeri trend analizi yardımıyla tahmin edilmiş ve değerlendirilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumundan alınan veriler (işlenen tarım alanları, traktör sayıları ve güç değerleri, tarım alet/makina sayıları) tarım bölgelerine göre işlenmiş ve mekanizasyon düzeyi gösterge değerleri hesaplanmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Son on yılda, hem Türkiye genelinde hem de on tarım bölgesinde; işlenen tarım alanlarında bir azalma, traktör sayılarında artış, ortalama traktör güç değerlerinde Doğu ve Batı Karadeniz Bölgeleri hariç bir artış, toplam traktör güç değerlerinde bir artış, tarım alet/makina sayılarında bir artış olmuştur.
- Son on yılda, hem Türkiye genelinde hem de on tarım bölgesinde mekanizasyon düzeyi gösterge değerleri; kW ha<sup>-1</sup> ve traktör 1000 ha<sup>-1</sup> 'da artış, ha traktör<sup>-1</sup> ve makina traktör<sup>-1</sup> 'de azalma olmuştur.
- kW ha<sup>-1</sup> değeri; en yüksek Ege Bölgesinde (2.86-3.72 kW ha<sup>-1</sup>), en düşük Doğu Karadeniz Bölgesinde (0.35-0.44 kW ha<sup>-1</sup>) oluşmuştur.
- Mekanizasyon düzeyinin artması/iyileşmesi traktör sayısı ve güç değerlerinin artması ve az da olsa işlenen tarım alanlarının azalmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, ekonomik ömrünü dolduran traktörlerin yerine daha yüksek güce sahip traktörlerin satın alınması da işlenen alan başına traktör gücünü arttıran bir faktördür.
- Türkiye genelinde kW ha<sup>-1</sup> değeri son on yılda ortalama %3.22 artış göstermiş ve 1.67-2.22 kW ha<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir.
- ha traktör<sup>-1</sup> değerindeki azalma, mekanizasyon düzeyinin arttığı veya iyileştiğinin bir ifadesidir.
- Makina traktör<sup>-1</sup> oranındaki azalma; on yıllık süreçte makina sayılarındaki artış oranlarının traktör sayılarındaki artış oranlarından daha az olmasından kaynaklanmaktadır.
- kW ha<sup>-1</sup> değeri; tüm tarım bölgesinde ve Türkiye genelinde gelecek yıllara göre artış olacağı beklenmektedir.
- kW ha<sup>-1</sup> değeri; Türkiye geneli için 2020 yılında 2.27, 2025 yılında 2.55 ve 2030 yılında 2.84 olması tahmin edilmektedir.
- 

Bu çalışmada elde edilen bulgular ve değerlendirmeler sonucunda konuya ilişkin aşağıdaki öneriler sıralanabilir:

- Türkiye'de tarım arazilerinin parçalı ve dağınık olması traktör ve alet/makina kullanım etkinliğini sınırlamaktadır. Arazi toplulaştırma çalışmaları yaygınlaştırılarak hem yeni tarım alanlarının

açılması sağlanabilecek hem de tarım makinalarının etkinliği arttırılabilecektir.

- Çoğunlukla küçük ölçekli işletmelerin yer aldığı ülkemizde, daha ekonomik bir üretim için işletmelerin ihtiyaç duyduğu tarım alet/makinaları kullanabilmesini sağlayacak ortak makina kullanım sistemleri desteklemeler ile teşvik edilebilir.
- İşletmelerin, makina seçimi ve kullanımı konusunda eğitim almaları sağlanarak teknik bilgi ve becerileri arttırılmalıdır.
- Ekonomik ömrünü tamamlamış, iş sağlığı ve güvenliği yönünden de risk teşkil edebilecek traktör ve alet/makinaların yerine uygun teşvik ve hibelerle yeni teknolojilerin kullanılması sağlanarak işletmeler desteklenmelidir.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Abdikoğlu Dİ 2019. Trakya Bölgesinde Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin İllere Göre Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 22(6):865-871.
- Altuntaş E 2016. Türkiye'nin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Coğrafik Bölgeler Açısından Değerlendirilmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(12): 1157-1164.
- Baran MF, Gökdoğan O, Durgut MR 2014. Batı Marmara Bölgesi'nin Tarımsal Mekanizasyon Özellikleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1(4): 561-567.
- Bayram M, Altuntaş E 2016. Tokat İli'nin 2003 ve 2013 Yılları için Mekanizasyon Özelliklerindeki Değişiminin İncelenmesi, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 12(3): 213-220.
- Doğan Z, Arslan S, Berkman AN 2015. Türkiye'de Tarım Sektörünün İktisadi Gelişimi ve Sorunları: Tarihsel Bir Bakış. Niğde Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8(1): 29-41.
- Ekinci K, Kulcu R, Kaya D, Yıldız O, Ertekin C 2010. The Prospective of Potential Biogas Plants That Can Utilize Animal Manure in Turkey. Energy Exploitation and Exploration, 28 (3): 187-206.
- Evcim HÜ, Ulusoy E, Gülsoylu E, Tekin B 2010. Tarımsal mekanizasyon durumu sorunları ve çözüm önerileri. Türkiye Ziraat Mühendisleri VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-2, Ankara s. 989-1007.
- Gökdoğan O 2012. Türkiye ve Avrupa Birliği'nin Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi Göstergelerinin



- Karşılaştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9(2): 1-4.
- İleri MS 2010. Tarımsal Mekanizasyon Sektör Raporu, TARMAKBİR, Ankara.
- Koçtürk D, Onurbaş Avcıoğlu A 2007. Türkiye’de bölgelere ve illere göre tarımsal mekanizasyon düzeyinin belirlenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 3(1): 17-24.
- Korucu T, Aybek A, Sivrikaya F 2015. Türkiye’nin Tarım Bölgeleri Bazında Mekanizasyon Düzeyinin Yersel Değişim Haritalarının Oluşturulması ve Değerlendirilmesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 18(4): 77-90.
- Landers A 2000. Resource management: farm machinery/selection, investment and management. Farming Press, United Kingdom, pp. 151.
- Özguven MM, Türker U, Beyaz A 2010. Türkiye’nin Tarımsal Yapısı ve Mekanizasyon Durumu. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(2): 89-100.
- Ruiyin H, Wenqing Y, Yadong Z, Van Sonsbeek G 1999. Improving management system of agricultural machinery in jiangsu. Proceedings of 99 International Conference on Agri. Engine, Beijing, China, pp. I-42-45
- Sabancı A, Sümer SK, Say MS, Has M 2003. Türkiye’de Ekonomik Traktör Parkı ve Gelişimi. Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi, 3-5 Eylül, Konya.
- Sağlam C, Kuş ZA 2016. Orta Anadolu Bölgesi İllerinde Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Yıllara Göre Değişimi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı 364-371.
- Say SM, Sabancı A, Başçetinçelik A, Özguven F, Öztürk HH 2010. Tarım Makinaları1. Nobel Kitabevi Yayın Dağıtım ve Pazarlama Ltd. Şti. Adana.
- TÜİK 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. Tarımsal İstatistik Verileri. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: Ocak-Mart 2020).
- Ulusoy E, Türkay B, Has M, Dönder Ö, İleri S, Canoğlu S, Önal Ş, Bilgen H, Demir V, Yazgı A 2020. Tarım Makinaları Sanayinde Mevcut Durum ve Gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, s 233-256, Ankara.
- Witt SF, Witt CA 1992. Modeling and Forecasting Demand in Tourism. Academic Press, London, 208 s.
- Yavuz H 2016. Hayvancılık Destekleme Politikalarının Tarımsal İşletmeler Açısından Değerlendirilmesi: Amasya İli Örneği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bil. Ens., Tarım Ekonomisi ABD, Yüksek Lisans Tezi, 110s.

## Bazı Toprak Bakterilerinin Domates Bitkisindeki Kök-Ur Nematodu *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood Populasyonlarına Etkisi

Neziha Gamze AKBAY<sup>1\*</sup>, Ramazan ÇETİNTAŞ<sup>2</sup>, Mustafa KÜSEK<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-3132-8186>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5738-6915>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-6320-5869>

✉: [gamzeakbay01@gmail.com](mailto:gamzeakbay01@gmail.com)

### ÖZET

Bu çalışmada, 10 farklı toprak bakteri izolatının, domates (*Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo) bitkisinde üç nematod inokulasyon seviyesinde (0, 500 ve 1000 L2 veya yumurta/saksı) bulaştırılan *Meloidogyne javanica*'ya olan etkileri araştırılmıştır. Deneme, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi seralarında 10×3×6 (10 adet toprak bakteri izolatu, 3 nematod inokulum seviyesi, 6 tekerrür) tesadüfi bloklar deneme desenine göre kurulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre; ZHA287 (*Bacillus subtilis*), ZHA246 (*Mycobacterium confluentis*) ve ZHA579 (Tanımlanmamış) izolatlarının bitki kök-ur sayısını ve yumurta paket sayısını azalttığı, ancak bitki büyümesine etki etmediği gözlenmiştir. *Tsukamurella paurometabola*'nın ZHA569 izolatının kök-ur nematodu popülasyonunu baskı altında tuttuğu ve bitki kök yaş ve kuru, gövde yaş ve kuru ağırlıklarını arttırdığı gözlenmiştir. *Paenibacillus castaneae*'nin ZHA178 izolatu ve *Mycobacterium immunogeu*m ZHA57 izolatu, kontrole (+) göre yumurta paketi ve kök-ur sayılarına etkili olmadıkları fakat bitki büyümesini arttırdığı gözlenmiştir. Çalışılan 10 bakteri arasında, ZHA246 (*M. confluentis*), ZHA579 (Tanımlanmamış), ZHA569 (*T. paurometabola*) ve ZHA287 (*B. subtilis*) izolatlarının gelecekte bitki paraziti nematodlarının biyolojik mücadelesinde kullanılabilecek potansiyele sahip olabilecekleri düşünülmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 08.06.2020

Kabul Tarihi : 27.07.2020

#### Anahtar Kelimeler

Bionematisit

Kök-ur nematodu

*Meloidogyne javanica*

Nematod kontrol

Toprak bakterileri

## The Effect of Some Soil Bacteria on Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood Populations on Tomatoes

### ABSTRACT

In this study, the effect of 10 bacterial isolates against *Meloidogyne javanica* (inoculated at three levels of 0, 500 and 1000 J2 or eggs pot) were determined on tomato (*Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo). The trial was designed as a randomized complete block design, consisting 10 plant soil bacteria strains and 2 control group (-, +) treatments with 6 replications, conducted in Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Agricultural Faculty green houses. Results of the study indicated that (*Bacillus subtilis*) ZHA287, (*Mycobacterium confluentis*) ZHA246, (unidentified) ZHA579 isolates reduced root galling and the number of egg masses, however they did not have effect on the plant growth. Isolate ZHA569 of *Tsukamurella paurometabola* repressed the root knot nematode numbers and increased the dry and fresh root weight, and dry and fresh green plant part weights. Isolate ZHA178 of *Paenibacillus castaneae* and ZHA57 *Mycobacterium immunogeu*m did not affect the root galling nevertheless, increased the plant growth as compared to control (+). Results indicated that among 10 bacterial isolated studied, ZHA246 (*Mycobacterium confluentis*), ZHA579 (unidentified), ZHA569 (*Tsukamurella paurometabola*) and ZHA287 (*Bacillus subtilis*) could be promising as bio control agents for the future nematode disease managements.

### Research Article

#### Article History

Received : 08.06.2020

Accepted : 27.07.2020

#### Keywords

Bionematicide

Root-Knot Nematode

*Meloidogyne javanica*

Nematode control

Root bacteria

- Atıf İçin:** Akbay NG, Çetintaş R, Küsek M 2021. Bazı Toprak Bakterilerinin Domates Bitkisindeki Kök-Ur Nematodu *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood Populasyonlarına Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 337-343. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.749425>
- To Cite:** Akbay NG, Çetintaş R, Küsek M 2021. The Effect of Some Soil Bacteria on Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood Populations on Tomatoes. KSU J. Agric Nat 24 (2): 337-343. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.749425>

## GİRİŞ

Dünya’da ve Türkiye’de en çok üretilen ve tüketilen sebzelerin başında domates (*Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo) gelmektedir. Ana vatanı Güney Amerika ve Peru olan domates, Solanaceae familyasına ait olup, günümüzde dünyanın hemen hemen tüm bölgelerinde üretilmektedir. Türkiye’de sebze üretiminde ilk sıralarda yer alan domatesin tarla ve örtü altı üretimi yapılmaktadır. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2013 verilerine göre, Türkiye 11.820.000 ton domates üretimi ile Dünya’da Çin, Hindistan ve ABD’den sonra dördüncü sırada gelmektedir (Anonim, 2015).

Domates, taze olarak tüketildiği gibi dondurulmuş, konserve, salça, ketçap, turşu formunda da tüketilen bir sebze türüdür (Günay, 2005). Türkiye’de domatesin tüketimine ek olarak işlenmiş veya taze olarak ihracatı nedeni ile ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır (Erkan ve ark., 1992). İnsan beslenmesi ve sağlığı açısından içerdiği A, B, B1, B6, C ve K vitaminleri, niacin, protein, yağ, karbonhidrat, potasyum, kalsiyum, demir ve diğer besin maddeleri domatesin önemini arttırmaktadır (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu, 2010).

Domates bitkisinin ana zararlılardan olan bakteri, fungus, virüs gibi mikroorganizmalar ile akarlar, böcekler ve diğer hayvansal zararlılara ek olarak, kök-ur nematodları da (*Meloidogyne* spp.) önemli zararlılar içerisinde yer almaktadır. Dünya’da ekonomik anlamda sebzelerde büyük zararlar meydana getiren kök-ur nematodları, obligat endoparazit olup geniş alanlara yayılan ve çok fazla sayıda konukçuya sahip olan bir zararlı türdür (Bleve-Zacheo ve ark., 2007).

Toprak ve bitki dokuları içinde yaşamlarını devam ettiren nematodların mücadelesi oldukça zordur. Mücadelede; dayanıklı çeşitlerin kullanılması, solarizasyon, biyolojik ve kimyasal savaşım gibi yöntemlere başvurulmaktadır. Nematodların fazla sayıda tür kapsaması ve konukçu dağılımlarının geniş olması, kimyasal mücadele dışında kullanılan mücadele yöntemlerinin uygulayışını sınırlandırmaktadır. Fakat kimyasal nematisitlerin kullanılmasının doğal yaşama, çevreye ve insan sağlığı üzerine zararlı etkileri bulunmaktadır (Stirling, 1991). Bu sebeplerden ötürü kök-ur nematodlarıyla mücadelede son yıllarda bazı etkili pestisitlerin kullanımı yasaklanmıştır (Devran ve Söğüt, 2010). Ayrıca nematisit uygulamalarının son derece pahalı ve zor olması, bilim adamlarını kök-ur nematodlarıyla mücadelede alternatif yöntem arayışlarına yöneltmiştir.

Bu bağlamda, bu çalışmada; domates bitkilerinde *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood’ya karşı, entegre mücadelenin bir parçası olan biyolojik mücadele kapsamı içerisinde, sera koşullarında, bitki gelişimini uyarıcı 10 farklı toprak bakterisi izolatının (Tablo 1) [ZHA246 (*Mycobacterium confluentis*), ZHA235, ZHA212 (*Paenibacillus castaneae*), ZHA287 (*Bacillus subtilis*), ZHA579, ZHA178 (*Paenibacillus castaneae*), ZHA57 (*Mycobacterium immunogeu*), ZHA569 (*Tsukamurella paurometabola*), ZHA296 (*Paenibacillus castaneae*) ve ZHA88 (*Paenibacillus castaneae*)], *M. javanica* populasyon yoğunluklarına ve bitki gelişimlerine olan etkileri araştırılmıştır.

Tablo 1. *Meloidogyne javanica*’ya karşı etkinliği araştırılan toprak bakteri izolatları  
Table 1. Soil bacterial isolates whose efficacy was investigated against *Meloidogyne javanica*

İzolat No (Isolation no)	İzole Edildiği Konukçu Bitki (Host Plant Is Isolated)	Tür (Type)
ZHA246	Biber <i>Mycobacterium confluentis</i>	
ZHA235	Biber Tanımlanmamış	
ZHA212	Biber <i>Paenibacillus castaneae</i>	
ZHA287	Biber <i>Bacillus subtilis</i> ss. <i>subtilis</i>	
ZHA579	Biber Tanımlanmamış	
ZHA178	Biber <i>Paenibacillus castaneae</i>	
ZHA57	Biber <i>Mycobacterium immunogeu</i>	
ZHA569	Biber <i>Tsukamurella paurometabola</i>	
ZHA296	Biber <i>Paenibacillus castaneae</i>	
ZHA88	Biber <i>Paenibacillus castaneae</i>	

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

İlgili çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Avşar yerleşkesinde bulunan Ziraat Fakültesi’ne ait cam seralarında ve bitki koruma laboratuvarlarında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak domates (*Lycopersicon lycopersicum* cv. Dinamo) fideleri kullanılmıştır. Saksılarda, %70 kum, %20 killi toprak ve %10 perlit olan bir karışım kullanılmıştır. Hazırlanan kum-toprak karışımı steril haldeki 1.5 L büyüklüğündeki saksılara doldurulmuş ve fideler bu saksılara şaşırtılmıştır. Denemede kullanılan nematod (*Meloidogyne javanica*) materyali ve bakteri izolatları Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Laboratuvarlarından sağlanmıştır.

## Metot

### Denemede kullanılan *Meloidogyne javanica* yumurta kümelerinin elde edilmesi

Daha önce nematod bulaştırılmış hassas Falkon çeşidi domates bitkilerinin köklerinden yumurta kümelerinin elde edilmesinde Hussey ve Barker (1973) metodu kullanılmıştır. Bitki kökleri, üzerinde bulunan urlara ve urların üzerinde bulunan nematod yumurta paketlerine zarar gelmeyecek şekilde topraktan su ile yıkanarak arındırılmıştır. Bitki kökleri musluk altında yıkanarak küçük parçalara ayrılmış ve bitki kökleri 4 L hacimdeki bir kaba konulduktan sonra 500 ml %0.5'lik sodyum hipoklorit (NaClO) solüsyonu içinde ½ dakika ovalanmıştır. Bu uygulamadan sonra çözelti 200, 500 mesh'lik eleklerden geçirilerek 500 mesh açıklığına sahip elek içerisinde kalan *M. javanica* yumurtaları ve ikinci dönem larvaları NaClO'dan arı olması için musluk altında iyice yıkandıktan sonra petrilere aktarılmıştır. Elde edilen yumurta ve ikinci dönem larvalar, fidelere aşılacak üzere +4°C'de muhafaza edilmiştir.

### Denemede kullanılan toprak bakteri izolatlarının çoğaltılması ve bakteri süspansiyonunun hazırlanması

KSÜ Ziraat Fakültesi, Bakteriyoloji Laboratuvarı stoklarında yer alan 10 toprak bakteri izolatu uygulama için NGA (Nutrient Glikoz Agar) besin ortamında canlandırılmıştır. Hazırlanan karışım 121°C'de otoklav edilmiş besiyer, steril kabinde petrilere dökülüp bakteri ekimi için katılaşmaya bırakılmıştır. Her bir toprak bakteri izolatu 8 cm'lik petrilere NGA besiyerine öze yardımıyla çizgi ekim yapılmış ve 48 saat 24°C'de inkübatörde bekletilerek bakteri gelişimi sağlanmıştır. Denemenin bütün aşamalarında sadece NGA besin türü kullanılmıştır (Lelliott ve Stead, 1987). Hazırlanan toprak bakteri izolatları kolonileri büyütüldükten sonra, 8.5 g NaCl'yi 1 L damıtılmış suda çözerek bir fizyolojik çözelti içerisinde bakteri kaynağı hazırlanarak kütle koloni bakterileri plastik petri kabından sterilize edilmiş ve fizyolojik çözeltiliye aktarıldıktan sonra hafifçe karıştırılmıştır. İnokulasyon sıvısının bakteri yoğunluğu %50'ye ayarlanmıştır.

### Denemenin kurulması

Çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Avşar yerleşkesinde bulunan Ziraat Fakültesi'ne ait cam seralarda, 14.07.2017 tarihinde, domates bitki köklerinin toprak bakteri süspansiyonları içerisinde 10 dakika bekletilip köke daldırma yoluyla uygulanmıştır. Denemede 15.07.2017 tarihinde ise nematod inokulasyonu gerçekleştirilmiştir. Deneme bitkileri, *M. javanica* yumurta ve ikinci dönem larvalarının saksılara bulaştırılma tarihinden takiben 77±1 gün sonra 30.10.2017 tarihinde saksılardan sökülülmüştür.

## Toprak bakterilerinin uygulaması

Muamele öncesi, NGA besin ortamında 24-48 saat içerisinde gelişen bakteri kültürleri saf su ile 10<sup>9</sup> cfu ml yoğunluğunda süspansiyon edilmiştir. Dikimden hemen önce domates fide viyolleri köke daldırma şeklinde uygulanmıştır. Bu uygulama her bir bitki için 10 dakika bekletilip saksıya şaşırtılmıştır. Dikim işlemi nemli ortamda gerçekleştirilmiş olup, dikimden hemen sonra fide viyollerine uygulanan toprak bakterilerinin tutunması açısından ve yıkanma riskini ortadan kaldırmak amacıyla can suyu 24 saat sonra uygulanmıştır.

### Elde edilen yumurta kümelerinin fidelere bulaştırılması

Daha önce viyollerde yetiştirilen domates çeşitleri 1.5 L'lik sterilli saksılara ve 10 farklı toprak bakterileri 10<sup>9</sup> cfu ml yoğunluğunda bitki köklerine süspansiyon edilerek şaşırtılmıştır. Bu işlemden bir gün sonra domates saksılarındaki toprağa, her bir bitkinin bitki kök boğazından 3-4 cm mesafede, 4-5 cm derinlik ve 1-1.5 cm çapında üç oyuk açılmıştır. Açılan her bir oyukta, bulaşık bitkiden elek yöntemiyle elde edilen yumurta paketi ve ikinci dönem larvalarının karışık bulunduğu inokulasyondan 500 veya 1000 L2/yumurta saksı gelecek şekilde iki farklı nematod inokulasyonu homojen bir şekilde verilerek oyukların üzeri kapatılmıştır.

### Bitki bakım işlemleri

Bitkiler her gün aynı oranda sulanmış ve besin elementi eksikliğine karşı iki haftada bir 20-20-20 NPK gübresi (1 g L) verilmiştir. Bitkide oluşabilecek zararlılara (beyaz sinek, yaprak biti, kırmızı örümcek vs.) karşı gerektiğinde insektisit uygulamaları yapılmıştır.

### Uygulanan toprak bakterilerinin *Meloidogyne javanica*'ya karşı etkisinin değerlendirilmesi ve verilerin istatistiksel analizi

Deneme bitkileri, *M. javanica* ikinci dönem larvalarının saksılara bulaştırılma tarihi takiben 77 gün sonra saksılardan hasat edilmiştir. Hasat edilen domates bitkilerinin yeşil aksam ve kök yaş ağırlıkları (g bitki) ve kuru ağırlıkları (g bitki), bitki boyu, bitki köklerinde oluşan ur sayısı, yumurta paket sayısı verileri elde edilmiştir. Ayrıca bitki kök bölgesinden (saksıdan) alınan 100 cm<sup>3</sup> topraktan Baermann Huni Yöntemi (Southey, 1986) yöntemiyle elde edilen toplam ölü-canlı nematode larva sayısı (üreme oranı) verileri kayıt altına alınmıştır. Köklerde meydana gelen yumurta paket indeksi ve kök-ur nematodunun köklerdeki ortalama indeksi Taylor ve Sasser (1978)'in 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir. Toprakta izole edilen *M. javanica* ikinci dönem larva ölü ve canlı sayısı (üreme oranı)  $RF = R_f / R_i$  formülüne (RF =



üreme oranı,  $R_i$  = başlangıç popülasyonu,  $R_f$  = son popülasyonu) göre hesaplanmıştır. Sasser ve ark. (1984)'na göre  $RF \geq 1$  iyi konukçu,  $0.1 < RF < 1$  kötü konukçu,  $RF \leq 0.1$  konukçu olmayan şekilde belirtilmiştir.

Elde edilen veriler, SPSS programı yardımı ile ANOVA uygulanarak istatistiksel analizler yapılarak, adı geçen 10 farklı toprak bakteri muamelelerinin, *M. javanica* üzerindeki etkinliği istatistiki olarak saptanmaya çalışılmıştır. Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Test'ine göre  $P \leq 0.05$  düzeyinde elde edilen ortalamalarının karşılaştırmaları yapılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Bazı toprak bakterilerinin domates bitkisindeki kök-ur nematodu *M. javanica* popülasyonlarına etkisi üzerine yapılan çalışmada elde edilen veriler Tablo 2 ve Tablo 3'de verilmiştir. Bu çalışmada, toprak bakteri izolatı ZHA246 (*M. confluentis*)'nın domates bitki köklerinde ırlanma oranını ve yumurta paket sayısını baskı altında tutarak olumlu etki göstermiştir. Fakat kontrol grubuyla karşılaştırıldığında diğer parametrelere olumlu etki göstermemiştir. ZHA57 (*Mycobacterium immunogeu*m) toprak bakteri izolatı ise, bitki boyu ve bitki yaş ağırlıklarını arttırdığı ve diğer parametreler üzerinde ise etkili olmadığı görülmüştür. Bu farklılık, *Mycobacterium* cinsi bakterilerin toprakta N<sub>2</sub> sabit tutması yeteneği ile (Sellstedt ve Richau, 2013), indole-3-asetik asit (IAA) üretim kapasitesine sahip olmalarından (Tsavkelova ve ark., 2005), kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir.

ZHA569 (*T. paurometabola*) kök-ur nematodunun üreme oranı, ırlanma ve yumurta paket sayısını azaltarak nematod popülasyonu üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Aynı izolatın ayrıca bitki yaş ve kuru parametreleri üzerinde etkili olduğu ve dolayısıyla ağırlıklarını arttırdığı gözlenmiştir. Marin ve ark. (2013) tarafından yürütülen çalışmada *T. paurometabola*'nın mısır bitkisinin gelişimini arttırıcı ve kök-ur nematod popülasyonunun sayısını azaltıcı bir etki gösterdiği tespit edilmiştir.

ZHA579 izolatına bakıldığında, denemenin genelinde, bitki köklerindeki ırlanmayı ve yumurta paket sayısını azalttığı, fakat diğer parametreler üzerinde olumlu etki göstermediği görülmüştür.

Toprak bakteri izolatı ZHA287 (*B. subtilis*) domates bitkisinde *M. javanica*'nın köklerde meydana getirdiği ırlanma ve yumurta paket sayısı üzerine azaltıcı etki gösterip bitki kök, gövde ağırlıklarını arttırdığı gözlenmiştir.

Zavaleta-Mejia ve Van Gundy (1982) tarafından yapılan çalışmada, domates, hıyar ve yonca bitkilerinde *M. incognita*'ya karşı uygulanan *B. thuringensis*'in BT izolatlarının nematod popülasyonu

ve köklerdeki ur oluşumunu bastırdığını bulmuşlardır. Khan ve ark. (2010)'nın yaptığı bir çalışmada, *B. thuringensis*'in 10 BT izolatlarının laboratuvar ve sera koşullarında yapılan denemelerde *M. javanica*'ya karşı nematisit olma etkinliğini değerlendirmişlerdir. Laboratuvar çalışmasında, yumurta ve ikinci dönem larvalar, BT izolatlarına farklı zaman aralıklarında (24, 48, 72 ve 96) maruz bırakılmışlardır. Bakteriyel izolat BT-64, BT-16, BT-14 ve BT-10'nun, 96 saat maruz bırakıldıktan sonra, yumurta sayısında azalma meydana getirdiğini görmüşlerdir. BT izolatlarının yumurta açılımını önlediği ve larva sayısını azalttığını görmüşlerdir. Sera denemelerinde ise banya (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench cv. Arka anamika) ve fasulye (*Vigna radiata* [L.] Wilczek cv. MN-95) bitkilerine *M. javanica*'ya karşı savaşmada BT izolatlarının uygulanması sonucu, bitki büyümesini arttırdığını ve kök-ur indeksini azalttığını görmüşlerdir. Fasulye bitkisinde *Bacillus thuringensis* izolatları BT-64 ve BT-14'ün, kök-ur sayısında belirgin azalma meydana getirdiğini saptamışlardır. Test edilen tüm bakteri izolatlarının *M. javanica* larvalarının sayısı üzerinde önemli ölçüde etki ettiğini ve bununla birlikte BT-16 ve BT-64'ün, 24 saatlik zaman aralığında %100 larvaların ölümüne sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Baghaee Ravari ve Mahdikhani Moghaddam (2015), *B. thuringiensis*'in ToIr65 ve ToIr67 iki izolatın *M. javanica*'ya karşı etkinliklerini değerlendirmek üzere laboratuvar ve saksı koşullarında test etmişlerdir. ToIr65 ve ToIr67, in vitro olarak SCM'ye kıyasla %70 nematisit aktivite gösterdiği ve saksı denemelerinde ToIr65'in nematodların ırlanma oranını %51 azalttığını, aynı zamanda domatesde büyümeyi arttırdığını bulmuşlardır. Bt-ToIr65'in *M. javanica*'nın kontrolü için bir biyo-kontrol ajanı olarak kullanılabilmesi önerilirken, ToIr67'nin *M. javanica*'ya karşı etkili olmadığını belirtmişlerdir.

ZHA178 (*P. castaneae*) izolatı ise 1. ve 2. denemedeki bitki boyu parametresi üzerinde önemli derecede arttırmıştır. Ayrıca genel anlamda kök yaş ve gövde kuru parasetleri üzerinde de etkili olmuştur. Fakat ırlanma ve yumurta oluşumuna azaltıcı etkide bulunmayıp kontrol (+) ile hemen hemen aynı değerleri göstermektedir. ZHA296; 212; 88 bakteri izolatları ise ZHA178 gibi belirgin derecede etkili olmayıp, yürütülen iki deneme parametrelerinde farklılıklar gözlenmiştir. *Paenibacillus* cinsinin bazı türleri azot fiksasyonu, fosfor çözünürlüğü ve bitkiyi toprak kaynaklı hastalıklara karşı antagonistik etki gibi bazı mekanizmalarla bitki gelişimini arttırabilmektedir (Govindasamy ve ark., 2010). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin fitotoksit etkisi, yüksek konsantrasyonda zehirli indole-3-asetik asit (IAA) üretimine bağlı olmaktadır (Lebuhn ve ark., 1997).

Tablo 2. Birinci deneme *Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo domatesine bulaştırılmış *M. javanica*'nın üç ayrı nematod seviyelerinde (0, 500 ve 1000 L2 saksı) 10 toprak bakteri izolatları ( $1 \times 10^9$  cfu ml saksı) ile muameleleri sonucunda elde edilen bitki boyu, kök yaş ve kuru ağırlık, gövde yaş ve kuru ağırlık, urlanma indeksi, yumurta paketi indeksi ve üreme oranı ortalamalarının karşılaştırılması (Ortalama  $\pm$  Standart Hata)

Table 2. The first trial of *Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo tomato infected *M. javanica* in three different nematode levels (0, 500 and 1000 L2 pot), resulting in treatment with 10 soil bacteria isolates ( $1 \times 10^9$  cfu ml pot) and dry weight, body wet and dry weight, scrub index, egg package index and reproduction ratio averages (Mean  $\pm$  Standard Error)

Bakteri Muameleleri (Bacterial treatments)	Nematod Seviyesi (nematod levels (nematodes flower pot))	Bitki Boyu (cm) (Plant height (cm))	Kök Ağırlık (g) (Root weight (g))	Yaş Ağırlık (g) (Root fresh weight (g))	Kök Ağırlık (g) (Root dry weight (g))	Gövde Ağırlık (g) (Green part fresh weight (g))	Yaş Ağırlık (g) (Green part dry weight (g))	Gövde Ağırlık (g) (Green part dry weight (g))	Kuru Ağırlık (g) (Gall index)	Yumurta Paket İndeksi (Egg mass index)	Üreme Oranı (RF) (Reproduction rate (RF))
KONTROL(-) (CONTROL -)	0 L2	23.99 $\pm$ 0.99a	18.00 $\pm$ 1.11ab	3.80 $\pm$ 0.36ab	5.40 $\pm$ 0.34abc	2.40 $\pm$ 0.16a	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00d	0.00 $\pm$ 0.00d		
KONTROL(+) (CONTROL +)	500 L2	24.93 $\pm$ 0.75a	16.90 $\pm$ 1.47ab	3.80 $\pm$ 0.25ab	3.90 $\pm$ 0.41e	2.00 $\pm$ 0.21ab	4.90 $\pm$ 0.10a	5.00 $\pm$ 0.00a	1.13 $\pm$ 0.09ab		
ZHA178		23.52 $\pm$ 0.76ab	17.50 $\pm$ 1.91ab	2.33 $\pm$ 0.33bc	4.67 $\pm$ 0.42bcde	2.50 $\pm$ 0.22a	4.50 $\pm$ 0.22bc	4.83 $\pm$ 0.17a	1.18 $\pm$ 0.09ab		
ZHA57		20.77 $\pm$ 1.01c	18.00 $\pm$ 1.46ab	3.17 $\pm$ 0.8bc	6.17 $\pm$ 0.31a	2.00 $\pm$ 0.26ab	4.67 $\pm$ 0.21ab	4.83 $\pm$ 0.17a	1.01 $\pm$ 0.09abc		
ZHA212		20.42 $\pm$ 1.14c	10.83 $\pm$ 1.25c	1.33 $\pm$ 0.21c	4.17 $\pm$ 0.40cde	2.00 $\pm$ 0.26ab	4.00 $\pm$ 0.00d	4.00 $\pm$ 0.00c	1.09 $\pm$ 0.05ab		
ZHA296		20.02 $\pm$ 0.75c	13.00 $\pm$ 1.44bc	2.83 $\pm$ 0.40bc	4.33 $\pm$ 0.21cde	1.83 $\pm$ 0.31ab	4.83 $\pm$ 0.17ab	5.00 $\pm$ 0.00a	0.90 $\pm$ 0.06abc		
ZHA235		20.96 $\pm$ 0.83c	17.00 $\pm$ 1.86ab	3.83 $\pm$ 1.01ab	4.33 $\pm$ 0.33cde	2.00 $\pm$ 0.26ab	4.33 $\pm$ 0.21cd	5.00 $\pm$ 0.00a	1.07 $\pm$ 0.17ab		
ZHA88		20.90 $\pm$ 0.77c	15.50 $\pm$ 1.23abc	3.83 $\pm$ 0.40ab	4.50 $\pm$ 0.22cde	1.50 $\pm$ 0.22ab	4.00 $\pm$ 0.00d	4.33 $\pm$ 0.21b	0.86 $\pm$ 0.15abc		
ZHA287		22.06 $\pm$ 0.60bc	14.00 $\pm$ 1.51bc	3.33 $\pm$ 0.92abc	5.33 $\pm$ 0.21abcd	2.67 $\pm$ 0.21a	4.00 $\pm$ 0.00d	4.00 $\pm$ 0.00c	0.83 $\pm$ 0.09bc		
ZHA569		19.92 $\pm$ 0.95c	20.33 $\pm$ 2.03a	5.33 $\pm$ 1.15a	5.50 $\pm$ 0.22abc	2.50 $\pm$ 0.22a	4.00 $\pm$ 0.00d	4.00 $\pm$ 0.00c	0.63 $\pm$ 0.07c		
ZHA246		20.02 $\pm$ 0.74c	15.33 $\pm$ 1.09abc	4.17 $\pm$ 0.40ab	5.83 $\pm$ 0.31a	2.33 $\pm$ 0.21ab	4.00 $\pm$ 0.00d	4.00 $\pm$ 0.00c	1.26 $\pm$ 0.15a		
ZHA579		19.77 $\pm$ 0.83c	13.17 $\pm$ 1.01bc	2.83 $\pm$ 0.54bc	5.67 $\pm$ 0.56ab	2.00 $\pm$ 0.37ab	4.00 $\pm$ 0.00d	4.00 $\pm$ 0.00c	1.16 $\pm$ 0.21ab		
KONTROL(+) (CONTROL +)	1000 L2	22.35 $\pm$ 0.60bc	13.70 $\pm$ 1.31bc	2.80 $\pm$ 0.33bc	2.90 $\pm$ 0.18e	2.00 $\pm$ 0.15	5.00 $\pm$ 0.00a	5.00 $\pm$ 0.00a	0.92 $\pm$ 0.10a		
ZHA178		22.69 $\pm$ 0.97bc	19.17 $\pm$ 2.27a	5.17 $\pm$ 0.95a	4.50 $\pm$ 0.43cd	2.17 $\pm$ 0.31	4.67 $\pm$ 0.21ab	4.83 $\pm$ 0.17ab	0.83 $\pm$ 0.06ab		
ZHA57		24.19 $\pm$ 0.80ab	18.17 $\pm$ 2.12ab	4.50 $\pm$ 0.99abc	6.67 $\pm$ 0.33a	1.50 $\pm$ 0.22	4.17 $\pm$ 0.17c	4.50 $\pm$ 0.22abc	0.57 $\pm$ 0.05c		
ZHA212		25.81 $\pm$ 0.45a	15.50 $\pm$ 2.49abc	2.83 $\pm$ 0.75bc	5.50 $\pm$ 0.62abc	2.00 $\pm$ 0.26	4.50 $\pm$ 0.22bc	4.50 $\pm$ 0.22abc	0.75 $\pm$ 0.08ab		
ZHA296		22.71 $\pm$ 0.95bc	13.00 $\pm$ 1.92bc	2.33 $\pm$ 0.33c	6.00 $\pm$ 0.37ab	2.00 $\pm$ 0.26	4.33 $\pm$ 0.21bc	4.50 $\pm$ 0.22abc	0.60 $\pm$ 0.07ab		
ZHA235		21.69 $\pm$ 0.89c	14.67 $\pm$ 1.45abc	4.67 $\pm$ 0.92ab	4.83 $\pm$ 0.31bcd	2.17 $\pm$ 0.17	4.33 $\pm$ 0.21bc	4.67 $\pm$ 0.21ab	0.56 $\pm$ 0.06c		
ZHA88		24.67 $\pm$ 0.86ab	15.17 $\pm$ 1.28abc	4.00 $\pm$ 0.26abc	4.83 $\pm$ 0.40bcd	2.17 $\pm$ 0.17	4.33 $\pm$ 0.21bc	4.67 $\pm$ 0.21ab	0.87 $\pm$ 0.15ab		
ZHA287		21.33 $\pm$ 1.06cd	12.67 $\pm$ 1.45c	2.83 $\pm$ 0.40bc	4.00 $\pm$ 0.45de	2.17 $\pm$ 0.31	4.00 $\pm$ 0.00c	4.00 $\pm$ 0.00c	0.68 $\pm$ 0.12ab		
ZHA569		19.40 $\pm$ 0.37de	15.00 $\pm$ 0.73abc	4.50 $\pm$ 0.81abc	4.83 $\pm$ 0.60bcd	1.83 $\pm$ 0.17	4.17 $\pm$ 0.17c	4.83 $\pm$ 0.17ab	0.55 $\pm$ 0.10c		
ZHA246		19.04 $\pm$ 0.45e	10.33 $\pm$ 0.88c	3.17 $\pm$ 0.60abc	4.33 $\pm$ 0.62cd	2.17 $\pm$ 0.17	4.00 $\pm$ 0.00c	4.33 $\pm$ 0.21bc	0.54 $\pm$ 0.11c		
ZHA579		18.85 $\pm$ 0.37e	11.83 $\pm$ 0.95c	3.50 $\pm$ 0.62abc	4.17 $\pm$ 0.48cde	2.00 $\pm$ 0.26	4.00 $\pm$ 0.00c	4.00 $\pm$ 0.00c	0.72 $\pm$ 0.11ab		

Aynı sütunda bulunan farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ). Urganma indeksi: 0-5skalasına göre 0 : 0 ur yok, 1: 1-2 ur, 2 : 3-10 ur, 3 : 11-30 ur, 4 : 31-100 ur, 5 : >100 ur (Taylor ve Sasser, 1978) ( $P \leq 0.05$ ). Yumurta paket indeksi: 0-5 skalasına göre 0 : 0, 1 : 1-2 yumurta paketi, 2 : 3-10 yumurta paketi, 3 : 11-30 yumurta paketi, 4 : 31-100 yumurta paketi, 5 : >100 yumurta paketi (Taylor ve Sasser, 1978) ( $P \leq 0.05$ ). Üreme oranı RF = Rf/Ri, iyi konukçu ( $RF \geq 1$ ), kötü konukçu ( $0.1 < RF < 1$ ), konukçu olmayan ( $RF \leq 0.1$ ) (Sasser ve ark., 1984).

Tablo 3. İkinci deneme *Lycopersicon lycopersicum* cv. Dynamo domatesine bulaştırılmış *M. javanica*'nın üç ayrı nematod seviyelerinde (0, 500 ve 1000 L2 sakısı) 10 toprak bakteri izolatları ile ( $1 \times 10^9$  cfu ml sakısı) muameleleri sonucunda elde edilen bitki boyu, kök yaş ve kuru ağırlık, gövde yaş ve kuru ağırlık, urlanma indeksi, yumurta paketi indeksi ve üreme oranı ortalamalarının karşılaştırılması (Ortalama  $\pm$  Standart Hata)

Table 3. The second trial of *Lycopersicon lycopersicum* cv *Dynamo* tomato infected *M. javanica* at three separate nematode levels (0, 500 and 1000 L2 pot), resulting in treatment with 10 soil bacteria isolates ( $1 \times 10^9$  cfu ml pot), plant height and dry weight, body wet and dry weight, scrub index, egg package index and reproduction ratio averages (Mean  $\pm$  Standard Error)

Bakteri Muameleleri (Bacterial treatments)	Nematod Seviyesi (nematod sakısı) (Nematod levels (nematodes flower pot))	Bitki (cm) (Plant (cm))	Boyu (cm) (height)	Kök Yaş (g) (Root weight (g))	Ağırlık (g) (fresh)	Kök Ağırlık (g) (Root weight (g))	Kuru Ağırlık (g) (dry)	Gövde Ağırlık (g) (Green part fresh weight (g))	Yaş Ağırlık (g) (part dry weight (g))	Gövde Ağırlık (g) (Green part dry weight (g))	Ulanma İndeksi (Gall index)	Yumurta İndeksi (Egg mass index)	Paket İndeksi (Egg mass index)	Üreme Oranı (RF) (Reproduction rate (RF))
KONTROL(-) (CONTROL -)	<u>0 L2</u>		23.18 $\pm$ 0.50abc	15.60 $\pm$ 0.95b	3.90 $\pm$ 0.41a	4.20 $\pm$ 0.36c	2.10 $\pm$ 0.23ab	0,00 $\pm$ 0,00c	0,00 $\pm$ 0,00d	0,00 $\pm$ 0,00c				
KONTROL(+) (CONTROL +)	<u>500 L2</u>		20.61 $\pm$ 0.43	16.60 $\pm$ 1.77ab	3.10 $\pm$ 0.38	4.20 $\pm$ 0.29c	2.20 $\pm$ 0.20	4.80 $\pm$ 0.13a	5.00 $\pm$ 0.00a	1.22 $\pm$ 0.18a				
ZHA178			22.29 $\pm$ 0.91	14.83 $\pm$ 1.74b	5.17 $\pm$ 0.79	5.33 $\pm$ 0.42bc	2.33 $\pm$ 0.21	4.50 $\pm$ 0.22a	4.50 $\pm$ 0.22a	1.14 $\pm$ 0.11ab				
ZHA57			20.15 $\pm$ 0.86	19.50 $\pm$ 1.57ab	3.67 $\pm$ 0.21	5.50 $\pm$ 0.22abc	2.00 $\pm$ 0.26	4.00 $\pm$ 0.00b	4.00 $\pm$ 0.00b	1.01 $\pm$ 0.06ab				
ZHA212			19.02 $\pm$ 0.63	22.00 $\pm$ 2.58a	4.83 $\pm$ 1.17	5.17 $\pm$ 0.60bc	2.17 $\pm$ 0.31	4.00 $\pm$ 0.00b	4.00 $\pm$ 0.00b	1.13 $\pm$ 0.11ab				
ZHA296			19.77 $\pm$ 1.08	18.67 $\pm$ 1.99ab	4.00 $\pm$ 0.52	5.33 $\pm$ 0.33bc	2.17 $\pm$ 0.31	4.50 $\pm$ 0.22a	4.50 $\pm$ 0.22a	0.94 $\pm$ 0.07ab				
ZHA235			20.92 $\pm$ 0.60	21.83 $\pm$ 1.35a	5.33 $\pm$ 0.95	6.83 $\pm$ 0.48a	1.83 $\pm$ 0.31	4.50 $\pm$ 0.22a	4.50 $\pm$ 0.22a	1.08 $\pm$ 0.09ab				
ZHA88			20.81 $\pm$ 0.36	22.67 $\pm$ 1.36a	5.00 $\pm$ 1.03	6.83 $\pm$ 0.40a	2.50 $\pm$ 0.22	4.00 $\pm$ 0.00b	4.00 $\pm$ 0.00b	0.97 $\pm$ 0.15ab				
ZHA287			20.81 $\pm$ 1.83	19.00 $\pm$ 1.34ab	4.67 $\pm$ 0.61	6.00 $\pm$ 0.63ab	2.17 $\pm$ 0.48	4.00 $\pm$ 0.00b	4.00 $\pm$ 0.00b	0.79 $\pm$ 0.11ab				
ZHA569			20.29 $\pm$ 1.33	18.17 $\pm$ 1.19ab	4.50 $\pm$ 0.89	6.50 $\pm$ 0.43ab	2.50 $\pm$ 0.22	4.00 $\pm$ 0.00b	4.00 $\pm$ 0.00b	0.72 $\pm$ 0.10b				
ZHA246			20.54 $\pm$ 1.34	21.50 $\pm$ 2.39a	4.00 $\pm$ 0.45	5.83 $\pm$ 0.40ab	1.83 $\pm$ 0.31	4.00 $\pm$ 0.00b	4.00 $\pm$ 0.00b	0.86 $\pm$ 0.11ab				
ZHA579			19.50 $\pm$ 1.00	22.33 $\pm$ 3.01a	4.83 $\pm$ 1.05	5.67 $\pm$ 0.33ab	2.17 $\pm$ 0.31	4.00 $\pm$ 0.00b	4.00 $\pm$ 0.00b	0.85 $\pm$ 0.12ab				
KONTROL(+) (CONTROL +)	<u>1000 L2</u>		21.90 $\pm$ 0.62cd	10.20 $\pm$ 1.02f	1.60 $\pm$ 0.22b	3.40 $\pm$ 0.31d	2.10 $\pm$ 0.28ab	5.00 $\pm$ 0.00a	5.00 $\pm$ 0.00a	0.84 $\pm$ 0.07a				
ZHA178			23.63 $\pm$ 0.64abc	25.17 $\pm$ 1.68a	4.33 $\pm$ 0.61a	6.17 $\pm$ 0.31ab	2.33 $\pm$ 0.21a	4.33 $\pm$ 0.21b	4.67 $\pm$ 0.21ab	0.68 $\pm$ 0.04ab				
ZHA57			25.35 $\pm$ 0.42a	18.83 $\pm$ 1.99bcd	3.84 $\pm$ 0.75a	5.67 $\pm$ 0.21abc	1.83 $\pm$ 0.31ab	4.33 $\pm$ 0.21b	4.50 $\pm$ 0.22b	0.68 $\pm$ 0.09ab				
ZHA212			24.40 $\pm$ 1.07ab	21.50 $\pm$ 2.54abc	4.33 $\pm$ 0.61a	5.50 $\pm$ 0.43abc	1.33 $\pm$ 0.21b	4.33 $\pm$ 0.21b	4.67 $\pm$ 0.21ab	0.55 $\pm$ 0.08b				
ZHA296			20.63 $\pm$ 0.78def	14.33 $\pm$ 1.31def	3.33 $\pm$ 0.56ab	4.67 $\pm$ 0.61c	2.00 $\pm$ 0.26ab	4.33 $\pm$ 0.21b	5.00 $\pm$ 0.00a	0.61 $\pm$ 0.06ab				
ZHA235			21.65 $\pm$ 0.73cd	21.83 $\pm$ 1.83ab	3.83 $\pm$ 0.65a	5.17 $\pm$ 0.31abc	2.17 $\pm$ 0.31ab	4.50 $\pm$ 0.22b	4.50 $\pm$ 0.22b	0.52 $\pm$ 0.06b				
ZHA88			21.40 $\pm$ 0.94cd	20.50 $\pm$ 2.59abc	4.50 $\pm$ 0.81a	5.33 $\pm$ 0.42abc	1.83 $\pm$ 0.17ab	4.33 $\pm$ 0.21b	4.50 $\pm$ 0.22b	0.58 $\pm$ 0.11ab				
ZHA287			22.73 $\pm$ 1.00bcd	16.17 $\pm$ 1.49cde	3.33 $\pm$ 0.76ab	5.83 $\pm$ 0.31abc	1.83 $\pm$ 0.31ab	4.00 $\pm$ 0.00b	4.00 $\pm$ 0.00c	0.54 $\pm$ 0.10b				
ZHA569			18.77 $\pm$ 0.79ef	16.83 $\pm$ 1.25bcde	3.50 $\pm$ 0.56a	6.33 $\pm$ 0.56a	2.17 $\pm$ 0.31ab	4.33 $\pm$ 0.21b	4.83 $\pm$ 0.17ab	0.49 $\pm$ 0.10b				
ZHA246			18.23 $\pm$ 0.75f	13.17 $\pm$ 0.54ef	3.00 $\pm$ 0.26ab	5.00 $\pm$ 0.37bc	1.67 $\pm$ 0.21ab	4.00 $\pm$ 0.00b	4.00 $\pm$ 0.00c	0.57 $\pm$ 0.10b				
ZHA579			20.75 $\pm$ 0.98de	13.33 $\pm$ 1.87ef	2.67 $\pm$ 0.56ab	6.00 $\pm$ 0.37ab	1.50 $\pm$ 0.22ab	4.00 $\pm$ 0.00b	4.00 $\pm$ 0.00c	0.51 $\pm$ 0.06b				

Aynı sütunda bulunan farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ). Ulanma indeksi: 0-5 skalasına göre 0 : 0 ur yok, 1 : 1-2 ur, 2 : 3-10 ur, 3 : 11-30 ur, 4 : 31-100 ur, 5 : >100 ur (Taylor ve Sasser, 1978) ( $P \leq 0.05$ ). Yumurta paket indeksi: 0-5 skalasına göre 0 : 0, 1 : 1-2 yumurta paketi, 2 : 3-10 yumurta paketi, 3 : 11-30 yumurta paketi, 4 : 31-100 yumurta paketi, 5 : >100 yumurta paketi (Taylor ve Sasser, 1978) ( $P \leq 0.05$ ). Üreme oranı RF =  $Rf/Ri$ , iyi konukçu ( $RF \geq 1$ ), kötü konukçu ( $0.1 < RF < 1$ ), konukçu olmayan ( $RF \leq 0.1$ ) (Sasser ve ark., 1984).

## SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, toprak bakterisi izolatlarından ZHA569, ZHA246, ZHA579 ve ZHA287; domates bitki köklerinde meydana gelen ırlanma, yumurta paket miktarı ve *M. javanica* üreme oranını azalttığı tespit edilmiştir. Buna karşın kök bakterisi izolatı ZHA178 ve ZHA57'nin uygulaması bitkinin boyu, yaş ve kuru ağırlıklarının gelişiminde olumlu etki göstermişlerdir. Bu bağlamda, ZHA569, ZHA246, ZHA579 ve ZHA287 toprak bakterisi izolatlarının, kök-ur nematodu *M. javanica*'nın kontrolü için bir biyo-kontrol ajanı olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olabileceklerini göstermektedir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## TEŞEKKÜR

Bu makale; Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2016/5-39 YLS nolu proje ile desteklenen Nezih Gamze AKBAY'ın Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

## KAYNAKLAR

- Anonim 2015. Production of top 5 producers, 2013 data. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>.
- Baghaee Ravari S, Mahdikhani Moghaddam E 2015. Efficacy of *Bacillus thuringiensis* Cry14 toxin against root knot nematode, *Meloidogyne javanica*. Plant Protect. Science, 51: 46-51.
- Bleve-Zacheo T, Melillo MT, Castagnone-Sereno P 2007. The contribution of biotechnology to root-knot nematode control in tomato plants. Pest Technology. Global Science Books, 1: 1-16.
- Çapanoğlu E, Boyacıoğlu D 2010. Domatesin gelişimi sırasında antioksidan bileşiklerinde meydana gelen değişimler. Akademik Gıda Dergisi, 8(1): 44-48.
- Devran Z, Söğüt MA 2010. Occurrence of virulent root knot nematode populations on tomatoes bearing the Mi gene in protected vegetable growing areas of Turkey. Phytoparasitica, 38: 245-251.
- Erkan S, Eser B, Yorgancı Ü 1992. Domates Mozayik Virüs'ünün bazı domates çeşitlerine olan etkileri. I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Cilt II. s. 411, 13-16 Ekim 1991, İzmir.
- FAO 2013. Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/>.

- Govindasamy V, Senthilkumar M, Magheshwaran V, Kumar U, Bose P, Sharma V, Annapurna K 2010. *Bacillus* and *Paenibacillus* spp.: Potential PGPR for Sustainable Agriculture. In Plant Growth and Health Promoting Bacteria, Springer Berlin Heidelberg. 333-364 pp.
- Günay A 2005. Sebze Yetiştiriciliği Cilt II. s. 531, İzmir.
- Hussey RS, Barker KR 1973. A comparison of methods for collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. Plant Disease Reporter, 57: 1025-1028.
- Khan MR, Waseem Abbasi M, Javed Zaki M, Khan SA 2010. Evaluation of *Bacillus thuringiensis* Isolates Against Root-Knot Nematodes Following Seed Application in Okra and Mungbean. Pakistan Journal of Botany 42 (4): 2903-2910.
- Lebuhn M, Heulin T, Hartmann A 1997. Production of Auxin and Other Indolic and Phenolic Compounds by *Paenibacillus polymyxa* Strains Isolated from Different Proximity to Plant Roots. FEMS Microbiology Ecology 22(4): 325-334.
- Lelliott RA, Stead DE 1987. Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants, Blackwell Scientific Publications, Oxford. 216 p.
- Marin M, Wong I, Mena J, Morán R, Pimentel E, Sánchez I, Basulto R, Moreira A 2013. Promoción del crecimiento de plantas de *Zea mays* L. por *Tsukamurella paurometabola* cepa C-924. Biotecnología Aplicada 30(2): 105-110.
- Sasser JN, Carter CC, Hartman KM 1984. Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes, Cooperative Publication of The Department of Plant Pathology, North Carolina State University and the United States Agency for International Development, Raleigh, North Carolina, U.S.A., 7.
- Sellstedt A, Richau KH 2013. Aspects of Nitrogen-Fixing Actinobacteria, in Particular Free-Living and Symbiotic Frankia. FEMS Microbiology Letters 342(2): 179-186.
- Southey JF 1986. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Reference Book 402. MAAF, Her Majesty's Stationery Office, London, UK, 2002 pp.
- Stirling GR 1991. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes. CAB International, Wallingford, Oxon. 50-85.
- Taylor AI, Sasser JN 1978. Biology, identification and control of root-knot nematode (*Meloidogyne* sp.) North Carolina State University Graphics, Raleigh. NC 27607.
- Tsavkelova EA, Cherdyntseva TA, Netrusov AI 2005. Auxin Production by Bacteria Associated with Orchid Roots. Microbiology 74(1): 46-53.
- Zavaleta-Mejia E, Van Gundy SD 1982. Effects of rhizobacteria on *Meloidogyne* infection. Journal of Nematology, 14: 475A-475B.



## Adana İli Balcalı Yöresinde Farklı Turunçgil Çeşitlerinde Thrips (Thysanoptera) Türlerinin Saptanması

Ekrem ATAKAN<sup>1\*</sup>, Serkan PEHLIVAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01630, Sarıçam, Adana,

<sup>1</sup><http://orcid.org/0000-0001-7352-4815>, <sup>2</sup><http://orcid.org/0000-0002-9444-7457>

✉: [eatakan@cu.edu.tr](mailto:eatakan@cu.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada, Adana ilinde Balcalı yöresinde farklı turunçgil çeşitlerinde Thysanoptera (thrips) türleri ve ayrıca en yaygın üç thrips türünün; Batı çiçek thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), Hawaii çiçek thrips, *Thrips hawaiiensis* (Morgan) ve soğan veya pamuk thrips, *Thrips tabaci* Lindeman'ın 2017 ve 2018 yıllarında popülasyon değişimleri incelenmiştir. Bu çalışmayla toplam 13 Thysanoptera türü saptanmıştır. Ana thrips türü olarak *F. occidentalis* bulunmuş olup, bunu ikinci sırada ülkemize 2015 yılında giren ve hızlı bir şekilde yayılan *T. hawaiiensis* izlemiştir. *Frankliniella occidentalis* ve *T. tabaci* esas olarak çiçeklenme döneminde toplanırken, *T. hawaiiensis* Mayıs ayı sonunda meyve dönemindeki ağaçlarda çok az sayıda bulunan çiçeklerde kaydedilmiştir. Ayrıca, *T. hawaiiensis*, 2018 yılında çiçeklenmenin nispeten daha yüksek olduğu Kütdiken ve Euroka limon çeşitlerinde daha yüksek sayıda saptanmıştır. *Frankliniella occidentalis* çiçeklenmenin daha yüksek olduğu Washington portakalında ve Meyer limonunda önemli ve yüksek sayıda kaydedilmiştir ( $P < 0.0001$ ). *Thrips hawaiiensis* nedeniyle sadece Kütdiken limon çeşidine 2018 yılında düşük oranda (%2) lekelenme saptanmıştır. Bu sonuçlar, limon ağaçları dahil, *F. occidentalis* ve *T. tabaci*'nin turunçgillerde sorun oluşturmayacağını, ancak, *T. hawaiiensis*'in Adana ilinde özellikle yediveren limon çeşitlerinde sorun olabileceğini gösterebilir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 12.06.2020

Kabul Tarihi : 27.07.2020

### Anahtar Kelimeler,

Turunçgil

Thysanoptera

Popülasyon

## Thrips (Thysanoptera) Species Associated With Different Citrus Varieties in Balcalı Location, Adana Province, Turkey

### ABSTRACT

In this study, Thysanoptera (thrips) species in different citrus varieties in Balcalı location of Adana province, Turkey was determined and also population fluctuations of the three common thrips species namely, the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), Hawaiian flower thrips, *Thrips hawaiiensis* (Morgan) and onion or cotton thrips, *Thrips tabaci* Lindeman in 2017 and 2018 were investigated. A total of 13 Thysanoptera species were identified with the study. *Frankliniella occidentalis* was found as the main species of thrips, followed by *T. hawaiiensis*, which was the first detected in Turkey in 2015 and spread rapidly. While *F. occidentalis* and *T. tabaci* were mainly observed during the flowering period, *T. hawaiiensis* were recorded in flowers in the fruit-bearing trees in late-May. Besides, *T. hawaiiensis* was found to have higher numbers on flowers of Kütdiken and Euroka lemon varieties, where flowering was relatively higher in 2018. *Frankliniella occidentalis* was noted in significantly high numbers in Washington orange and Meyer lemon, where flowering was higher than those of other citrus varieties studied. Because of *T. hawaiiensis* infection, a low rate (2%) of staining was recorded only on the lemon variety (Kütdiken) in 2018. This result may show that *F. occidentalis* and *T. tabaci*, will not cause problems in citrus fruits, including lemon but *T. hawaiiensis* may be

### Research Article

### Article History

Received : 12.06.2020

Accepted : 27.07.2020

### Keywords

Citrus

Thysanoptera

Population

problematic in Adana, especially in lemon varieties flowering year-round.

- Atıf İçin:** Atakan E, Pehlivan S 2021. Adana İli Balcalı Yöresinde Farklı Turunçgil Çeşitlerinde Thrips (Thysanoptera) Türlerinin Saptanması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 344-352. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.752092>
- To Cite:** Atakan E, Pehlivan S 2021. Thrips (Thysanoptera) Species Associated With Different Citrus Varieties in Balcalı Location, Adana Province, Turkey. KSU J. Agric Nat 24 (2): 344-352. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.752092>

## GİRİŞ

Turunçgiller, dünyada yaklaşık 135 milyon ton üretim ile en fazla üretilen meyve grubundan biridir. Brezilya en büyük üretici ülke konumunda olup onu sırasıyla ABD, Çin, Meksika, İspanya ve Hindistan izlemektedir. Dünya üretiminin % 52'si portakal, % 23'ü mandarin, % 11'i limon, % 5'i altıntop ve kalan kısmı da diğer turunçgillerdir (FAO, 2019). Türkiye yaklaşık olarak 1.354.660 dekar alanda yapılan 4.293.007 tonluk üretim ile Akdeniz ülkeleri içerisinde önemli bir üretici konumundadır. Türkiye turunçgil üretiminin % 43'ü portakal, %31'i mandarin, % 20'si limon ve % 5'i altıntoptur (TUİK, 2016). Çukurova Bölgesi ise bu üretimin yaklaşık % 57'lik kısmını karşılamaktadır. Bu bölge içerisinde bulunan Adana ve Mersin illeri ise sırasıyla 1.142.686 ton ve 1.052.992 tonluk üretim ile ülkemiz içerisinde en büyük üretici konumundadırlar (TUİK, 2016).

Yapılan bu üretimin yanında turunçgil alanlarında ekonomik kayıp meydana getiren pek çok hastalık, zararlı ve yabancı ot etmeni bulunmaktadır. Türkiye'de turunçgil bahçelerinde yapılan çalışmalar sonucunda; 34 hastalık etmeni ile 89 zararlı, 16 nematod ve 155 yabancı ot türü saptanmıştır (Uygun ve ark., 2010). Bu saptanan türler arasında Thysanoptera takımına bağlı thrips türleri de bulunmaktadır. Yaklaşık olarak tanımlanmış 5500 türü içeren Thysanoptera takımına bağlı thripsler, 1 mm'den küçük vücut büyüklüğüne sahip olup, fırsatçı ve istilacı türleri bünyesinde barındırmaktadırlar. Beslenme alışkanlıkları oldukça farklı olmakla birlikte, fitofag (bitki ile beslenen), mikofag (fungus ile beslenen) ve avcı olan thrips türleri bulunmaktadır (Morse ve Hoodle, 2006; Atakan ve ark., 2015). Üç iğneli sokucu emici ağız yapısına sahip thripsler, bitkilerin çiçek, tomurcuk, meyve ve yaprak gibi organlarında emgi yaparak doğrudan zarar vermelerinin yanında, farklı kültür bitkilerinde virüs taşımaları sebebiyle de ekonomik anlamda zarar meydana getirmektedirler. Özellikle *Frankliniella*, *Scirtothrips* ve *Thrips* cinslerine ait olan türlerin ekonomik anlamda en çok zarar meydana getiren yayılıcı türler oldukları bilinmektedir (Morse ve Hoodle, 2006; Marullo ve De Grazia, 2017). Oldukça geniş konukçu dizisine sahip olmaları, kısa sürede çok fazla sayıda döl vermeleri, farklı iklim koşullarına çabuk adapte olmaları ve rüzgâr ile kolayca uzun mesafelere taşınmaları bu gruba bağlı türlerin önemini daha da arttırmaktadır (Morse ve Hoodle,

2006). Türkiye'de Thysanoptera faunası ağırlıklı olarak Antalya ilinde çalışılırken (Tunç, 1990; Tunç, 1991; Tunç, 1992) Manisa ilindeki bağlarda da thrips faunası çıkarılmıştır (Özsemceri ve ark., 2006). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde turunçgillerde (Nas ve ark., 2007; Ölçülü, 2014) thrips türleri belirlenirken, ayrıca Adana ili ve çevresinde sebzelerde (Atakan, 2007a; Atakan 2010), meyvelerde (Atakan, 2007b) ve süs bitkilerinde (Atakan, 2011) de bu familyaya ait bireyler tespit edilmiştir. Batı çiçek thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande)'in 1993 yılında Türkiye'ye girip, birçok bölgeye hızla yayılarak farklı kültür bitkilerinde (örneğin biber, nektarin, erik ve bazı süs bitkilerinde) zararlı olması thrips türlerine olan ilgiyi bir kat daha arttırmıştır. Bölgede 2015 yılında farklı kültür bitkilerinde yapılan sorvey çalışmaları sonucunda *F. occidentalis*'in en fazla tespit edilen tür olduğu, Hawaii çiçek thrips *Thrips hawaiiensis* (Morgan, 1913)'in de %18'lik oran ile en fazla tespit edilen ikinci tür olduğu saptanmıştır (Pehlivan ve Atakan, 2017). Bu tür ülkemizde ilk kez Mersin ilinde 2015 yılında limonlarda saptanmış olup, kısa süre içerisinde Çukurova Bölgesi'ne yayılmıştır (Atakan ve ark., 2015; Pehlivan ve Atakan, 2017).

*Thrips hawaiiensis* beslenmesi nedeniyle, Mersin ilindeki yediveren limon çeşitlerinde lekeli meyve oranının %50'den fazla olduğu üreticiler ve teknik elamanlar tarafından bildirilirken, Mersin ili Erdemli ilçesindeki limon bahçelerinde thrips nedeniyle zarar gören meyve oranının %2-25 arasında değiştiği, Tarsus ilçesinde ise bu oranın %1'den daha az olduğu kaydedilmiştir (Atakan ve ark., 2015). Bu türün zararının özellikle diğer limon çeşitlerine (Meyer ve Enterdonata) göre nispeten daha fazla sayıda çiçek veren "yediveren" türü (Lamas-Kütdiken) limonlarda yoğun olduğu gözlenmiştir (Atakan ve ark., 2015). Ölçülü (2014), Doğu Akdeniz Bölgesi turunçgil bahçelerinde 2009 ve 2010 yıllarında, toplam 12 thrips türü belirlerken, bu türler içerisinde en fazla bulunan türlerin sırasıyla *F. occidentalis*, *Thrips tabaci*, *Pezothrips kellyanus* ve *T. major* olduğu saptanmıştır. Bir Akdeniz ülkesi olan İtalya'da (Sicilya) 1998 yılında ilk defa turunçgillerde kaydedilen Kelly turunçgil thrips, *Pezothrips kellyanus* Bagnall (Thysanoptera:Thripidae)'un ana zararlılardan biri olduğu, ayrıca turunçgil alanlarında farklı yıllarda bu thrips ile birlikte *Thrips flavus*, *T. tabaci* ve *F. occidentalis* türlerinin de tespit edildiği bildirilmiştir

(Conti ve ark., 2001; Conti ve ark., 200; Marullo 2001). *Pezothrips kellyanus*'un Sicilya'da en fazla limonları tercih ettiğini (Conti ve ark., 2001), İspanya'da ise *P. kellyanus* nedeniyle bulaşık limon meyve oranının % 7-12 olduğunda ticari kaybın ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Navarro-Campos ve ark., 2012).

Thripslere karşı kimyasal ve biyolojik mücadeleyi içeren mücadele çalışmaları, thripsler dahil böcek türlerinin ekolojik ve biyolojik özelliklerin saptanmasıyla en üst düzeye çıkarılabilir. Bu durum, *T. hawaiiensis* Türkiye'ye girmesinden sonra çok daha önem kazanmıştır. Bu zararlı thrips türünün biyolojisi laboratuvar koşullarında farklı sıcaklıklarda detaylı bir şekilde çalışılmıştır (Murai, 2001; Zhank ve ark., 2014). Konukçu bitki, böceklerin yumurta bırakmasını ve beslenme davranışını etkileyen önemli bir biyolojik faktördür. Bu bağlamda, konukçu bitki; böceğin gelişmesini, hayatta kalmasını, ömür uzunluğunu, doğurganlığını ve popülasyon dinamiğini değiştirebilir.

Turunçgillerde zararlı olan thrips türlerinin farklı turunçgil gruplarında ekonomik önemi farklılıklar gösterebilir (Nas ve ark., 2007). Bu bağlamda *T. hawaiiensis*'in Türkiye'ye girmesinden sonra farklı turunçgil çeşitlerinde thrips türleri ve bunların önemleri konusundaki bilgiler oldukça sınırlıdır. Bu çalışma bu amaçla yürütülmüştür. Elde edilen verilerin turunçgillerde thripslerle yapılacak mücadele çalışmalarına katkı sağlayabilir ve mücadele çalışmalarını yönlendirebilir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini Adana ili Balcalı yöresinde turunçgil bahçelerinden toplanan Thysanoptera takımına ait thrips türleri oluşturmuştur. Thrips türlerinin örneklenmesinde, beyaz küvet (40 × 30 × 7 cm), emgi tüpü, samur fırça, alkol, AGA sıvısı ve 2ml'lik ependorf tüpleri kullanılmıştır.

### Thrips Türlerinin Örneklenmesi

Thrips türlerinin (*Pezothrips kellyanus* ve *Thrips hawaiiensis*) özellikle genç meyvelerde zarar yaptığı bilinmektedir. Bu amaçla özellikle çiçeklenme döneminden itibaren turunçgil çeşidine bağlı olarak meyveler 4-5 cm çapında büyüklüğe ulaşmaya kadarki dönemde sörvey çalışmaları yürütülmüştür. Örneklemeler 4 gün ara ile sabah saat 08:00-10:00 saatleri arasında yapılmıştır.

Her bahçede çiçeklenme döneminde çiçekler thrips türleri için örneklenmiştir. Bu amaçla bahçe büyüklüğüne bağlı olarak her bahçede en az 6 turunçgil ağacı tesadüf olarak seçilmiştir. Ağacın güney, güneydoğu yönünden alınan bir adet toplamda 4 adet çiçekli sürgün (20-25 cm uzunluğunda) ve meyve dalı içerisine silkelendirilmiştir. Düşen thrips

bireyleri emgi tüpü ya da samur fırça yardımıyla içerisinde %60'lık alkol bulunan ependorf tüplerine (2 cc) aktarılmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler stereoskopik mikroskop altında incelenerek teşhisi yapılmak üzere AGA sıvısı içerisine yerleştirilmiştir. Bu solüsyonda bir-iki gün bekletilen thrips örnekleri daha sonra içinde % 60'lık etil alkol (Atakan, 1998) bulunan küçük plastik tüplere alınıp etiketlenmiştir. Thysanoptera türlerinin teşhisleri birinci yazar tarafından yapılmıştır.

### Thrips türlerinin preparatı

Preparat yapımını kolaylaştırmak için toplandıktan sonra AGA sıvısında 2 gün bekletilen ve daha sonra alkol içerisine (% 60 etil alkol) alınan thrips örnekleri, %5'lik NaOH sıvısında bireylerde hafif renk değişimi oluncaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra bu sıvının thrips vücudu içerisine girmesi sağlanmış olup, vücut içeriği temizlenmiştir. Örnekler % 96 etil alkolde 5 dk bekletildikten sonra Hoyer ortamına alınarak mikroskop slaytları yapılmıştır. Preparatlar (mikroskop slaytları) kurumaları için etüvde 47°C de yaklaşık 3 hafta bekletilmiştir.

### Thrips zararının saptanması

Bu çalışma genç meyvelerde thrips zararını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Meyvelerin görülmesiyle birlikte, her bahçede tesadüf olarak 100 adet meyve toplanarak tek tek kontrol edilmiştir. Thrips zararı gösteren meyveler zarar görmüş (düzensiz veya hale şeklinde gümüşümsü-bronzlaşmış meyveler) meyve olarak kabul edilmiştir. Bu tür belirtileri göstermeyen meyveler sağlıklı olarak dikkate alınmıştır. Her thrips örneklemesinden sonra her örneklem bahçesinde meyve kontrolleri (1 ile 3-4 cm çapında meyveler) 4 gün aralıklarla yapılmıştır.

### Bitki fenolojisi

Örneklenen ticari bahçelerdeki ağaçların çiçeklenme durumları, meyve dönemleri gözlenerek kaydedilmiştir. Böylelikle zararlı türün bitki fenolojisine göre en yoğun görüldüğü dönem saptanmıştır.

### İstatistiksel Analiz

Farklı çeşitlerde üç thrips türünün ortalama birey sayıları yenilemeli istatistiksel analiz (Repeated Measure: RM-ANOVA) ile P<0.05 seviyesinde incelenmiştir. Bu analiz yöntemiyle örneklem tarihi, thrips türü, çeşit ve örneklem yılının etkisi ile birlikte bunlar arasındaki değişik etkileşimler değerlendirilmiştir. Ayrıca farklı çeşitlerde üç thrips türünün mevsimsel ortalama yoğunlukları tek yönlü varyans analizi (Tukey HSD) ile P<0.05 önem seviyesinde karşılaştırılmıştır.



## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Turunçgillerde saptanan Thysanoptera türleri

Balcalı (Adana) yöresinde 2017 ve 2018 yıllarında saptanan Thysanoptera türleri Çizelge 1'de verilmiştir. Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde toplam olarak 13 tür teşhis edilmiştir.

Bunlar; Aeolothripidae (2 tür), Thripidae (9 tür) ve Phlaeothripidae (2 tür) familyalarına bağlıdır. *Aeolothrips gloriosus* avcı tür olup, thripslerle de beslenmektedir. *Melanthrips* türü daha çok polenlerle beslenen bir tür olarak bilinmektedir. Thripidae familyasına bağlı türlerin çoğu zararlı olup, bitkilerde beslenmektedirler. Bu örnekleme alanında en fazla

sayıda toplanan tür *Frankliniella occidentalis* olmuştur. Bu türden toplam 4495 adet birey teşhis edilmiştir. Bu türü ikinci sırada ülkemize 2015 yılında giren ve kısa sürede bölgeye yayılan *Thrips hawaiiensis* izlemiştir (1375 adet). *Thrips tabaci* bireyleri toplam 365 adet olarak kaydedilmiştir. Diğer saptanan türlerin sayısı 10 bireyin altında olmuştur. Tekşam ve Tunç (2009) Antalya ili turunçgil bahçelerinde 36 thrips türü bulmuşlardır. Doğu Akdeniz Bölgesi turunçgil alanlarında yapılan çalışmada 8 Thysanoptera türü kaydedilmiştir (Nas ve ark. 2007). Antalya ilinde *Thrips major* dominant tür olurken, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde *F. occidentalis* hakim tür olmuştur (Ölçülü, 2014).

Çizelge 1. Balcalı (Adana) yöresinde 2017 ve 2018 yıllarında değişik turunçgil çeşitlerinde saptanan Thysanoptera türleri

Table 1. *Thysanoptera* species associated with various citrus varieties in Balcalı (Adana) location during 2017-2018

Familya (Family)	Tür (Species)	Böcek sayısı (adet) (Number of insects)		
		2017	2018	Toplam (Total)
Aeolothripidae	<i>Aeolothrips gloriosus</i>	3	0	3
Melanthripidae	<i>Melanthrips fuscus</i>	1	5	6
Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	3608	887	4495
	<i>Limothrips cerealium</i>	5	0	5
	<i>Thrips hawaiiensis</i>	298	1077	1375
	<i>Thrips major</i>	33	2	35
	<i>Thrips tabaci</i>	293	72	365
	<i>Thrips meridionalis</i>	3	1	4
	<i>Thrips vulgatissimus</i>	2	0	2
	<i>Rhipidothrips gratiosus</i>	1	0	1
	<i>Rubiothrips vitis</i>	2	0	2
	Phlaeothripidae	<i>Haplothrips aculeatus</i>	0	1
<i>Haplothrips reuteri</i>		1	2	3

### Değişik turunçgil çeşitlerinde bazı Thysanoptera türlerinin popülasyon değişimleri

Örnekleme tarihi, örnekleme tarihi (gün) × yıl, örnekleme tarihi × thrips türü, örnekleme tarihi × bitki çeşidi, örnekleme tarihi × yıl × thrips, örnekleme tarihi × yıl × çeşit, örnekleme tarihi × thrips × çeşit, Gün × yıl × thrips × çeşit interaksiyonları önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Yıl, thrips ve bitki çeşidi thrips popülasyonunu önemli ölçüde etkilemiştir. Yıl × thrips, Yıl × çeşit, Thrips × çeşit, Yıl × thrips × çeşit interaksiyonları da önemli görülmüştür (Çizelge 2).

Thripsler çoğunlukla çiçeklenme döneminde nispeten daha yüksek yoğunlukta saptanmışlardır (Şekil 1). Birçok thrips türü yaşamak beslenmek için çiçekleri tercih etmekte olup, renk, koku, ve diğer çiçek özellikleri thripsleri cezbetmekte rol oynamaktadırlar (Mound, 2005; Mainali ve Lim, 2011). Bu tercih, çiçeklerin besinsel kompozisyonunun uygunluğu ile ilgili olabilir. Çiçekler; karbonhidratlar, proteinler gibi thripslerin çoğalma ve gelişmesine önemli rol oynayan besinsel elementlere diğer bitki kısımlarına göre daha fazla sahiptirler (Brobeck ve ark., 2001; Brown ve ark.,

2003). Çiçeklerdeki bal ve pollenlerin besinsel değerleri birçok çalışmayla ortaya konulmuştur. Yüksek karbonhidrat içeren bal, bir çok böceğin ( faydalı böcekler dahil) özellikle kitle üretiminde besine ilave edilerek kullanılmaktadır (Jervis ve ark., 2008). Polenler de belli tip aminoasit, protein yağ vitamin ve diğer bazı besinleri içererek böceklerin gelişmesini, yaşamasını (ömür uzunluğunu) ve üremesini oldukça olumlu yönde etkilemektedir (Millar ve ark., 2003).

Balcalı yöresinde 2017 yılında farklı turunçgil çeşitlerinde *F. occidentalis*'in popülasyon değişimleri Şekil 1a'da gösterilmiştir. Organik çeşidinde *F. occidentalis* ortalama popülasyon yoğunluğu 0-1.58 birey/çiçekli sürgün arasında değişmiş olup, düşük yoğunluklarda bulunmuştur. Benzer durum W.Murcott mandalina çeşidinde de saptanmış olup, zararlının en yüksek ortalama sayısı ilk örnekleme tarihinde 1.54 birey/çiçekli sürgün olarak kaydedilmiştir. *Frankliniella occidentalis* Washington portakal çeşidinde en yüksek yoğunlukta ilk örnekleme tarihinde saptanmıştır (6.25±0.76 birey/çiçekli sürgün). Bu tarihten sonra zararlı



populasyonu azalmış olup, mayıs ayında yaklaşık 4 birey/çiçekli sürgün düzeyinde kalmıştır. Euroka limon çeşidinde *F. occidentalis* popülasyonu nispeten çiçeklenme döneminde daha yüksek sayılarda saptanmış olup, meyve döneminde çok az sayıda bu türün bireyi kaydedilmiştir. *Frankliniella occidentalis* incelenen turunçgil gruplarında en yüksek yoğunlukta tüm örneklem tarihi boyunca Meyer limon çeşidinde kaydedilmiştir. Bu thrips türü çiçeklenme döneminde en yüksek yoğunluğa ilk örneklem tarihinde (13.95±2.07 birey/çiçekli sürgün) ulaşmıştır, meyve dönemindeki yoğunluğu 8-11 birey/çiçekli sürgün arasında değişmiştir. Zararlının bu limon çeşidinde

diğer iki limon çeşidine göre daha yüksek yoğunlukta görülmesi, bu limon çeşidinin oldukça yüksek çiçek yoğunluğuna sahip olması ile ilgili olabilir. Özellikle Kütdiken limon çeşidinde 2017 yılı örneklem periyodunda ağaçlarda çok az sayıda çiçek kaydedilmiştir. Bu çeşitte zararlı en yüksek yoğunluğa çiçeklenme döneminin sonuna doğru 22 Nisan tarihinde (5.83±0.84 birey/çiçek) ulaşmıştır. Diğer mandalina çeşitlerine benzer olarak bu thrips türü Dobeshibeni mandalina çeşidinde düşük yoğunluklarda kaydedilmiş olup, ortalama birey sayısı 0.10-1.35/çiçekli sürgün arasında değişmiştir.

Çizelge 2. Yenilemeli (Repeated measure-ANOVA) istatistiksel analiz sonuçları

Table 2. Results of repeated measure statistical analysis (Repeated measure-ANOVA)

Varyasyon kaynakları (Sources of variation)	df	MS	F	P
Gün (Day)	8	1.912	27.184	0.0001
Gün × yıl (Day × year)	8	1.092	15.529	0.0001
Gün × thrips türü (Day × thrips species)	16	2.252	32.021	0.0001
Gün × çeşit (Day × variety)	48	0.628	8.927	0.0001
Gün × yıl × thrips (Day × year × thrips)	16	1.571	22.341	0.0001
Gün × yıl × çeşit (Day × year × variety)	48	0.637	9.061	0.0001
Gün × thrips × çeşit (Day × thrips × variety)	96	0.462	6.571	0.0001
Gün × yıl × thrips × çeşit (Day × year × thrips × variety)	96	0.512	7.281	0.0001
Hata (gün) (Error (day))	1664			
Yıl (Year)	1	40.976	857.060	0.0001
Thrips (Thrips)	2	46.392	406.187	0.0001
Çeşit (Variety)	6	13.749	120.455	0.0001
Yıl × thrips (Year × thrips)	2	36.028	315.675	0.0001
Yıl × çeşit (Year × variety)	6	10.546	92.407	0.0001
Thrips × çeşit (Thrips × variety)	12	9.537	83.567	0.0001
Yıl × thrips × çeşit (Year × thrips × variety)	12	7.526	65.944	0.0001

*Thrips tabaci* 2017 yılında örneklenen tüm turunçgil gruplarında *F. occidentalis*e göre çok daha düşük sayılarda kaydedilmiştir (Şekil 1c). Bu zararlı türün Meyer limon çeşidi hariç, diğer turunçgil gruplarında ortalama popülasyon yoğunluğu 1 bireyin oldukça altında kalmıştır. En yüksek yoğunluğu Meyer limon çeşidinde olmak üzere 22 Nisan'da kaydedilmiştir (1.00±0.23 birey/çiçekli sürgün).

*Thrips hawaiiensis* 2017 yılında çiçeklenme ve çiçeklerin petal yapraklarını döktükleri dönemde oldukça az sayıda saptanmıştır (Şekil 1e). Türkiye'de 2015 yılında limonlarda saptanan bu zararlı thrips türünün en yüksek popülasyon yoğunluğu, meyve döneminde az sayıda bulunan çiçeklerde saptanmış olup, 4.41±0.63 birey/çiçekli sürgün olarak kaydedilmiştir. Yine benzer yoğunlukta son örneklem tarihinde Meyer çeşidinde kaydedilmiştir. Bu çeşitlerde nispeten daha yüksek yoğunlukta saptanması zararlının bu çeşitlerin meyve döneminde olsa bile daha yüksek çiçek yoğunluğuna sahip olması ile ilgili olabilir.

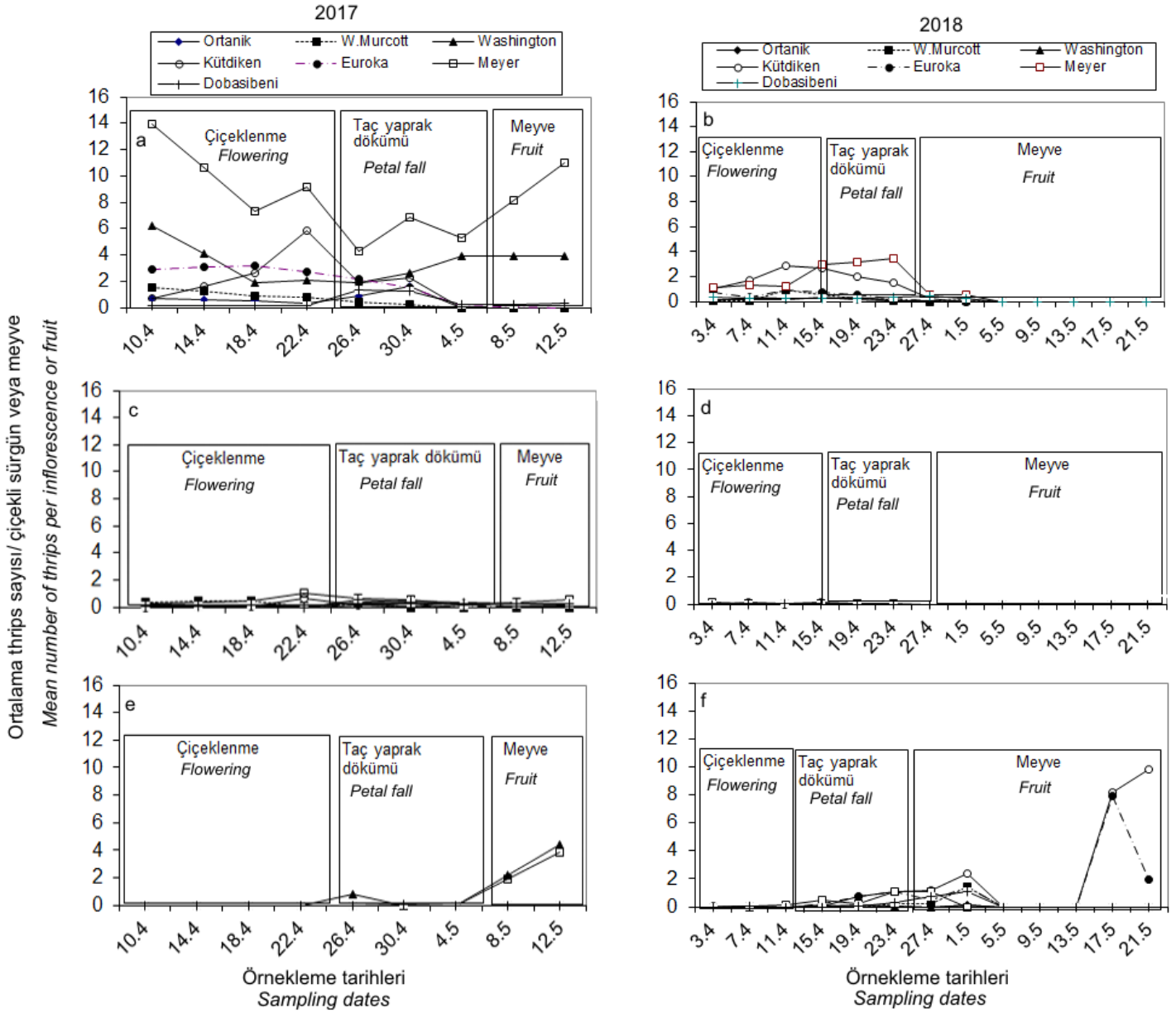
Tüm turunçgil grupları birlikte dikkate alınıp, *T. hawaiiensis* hariç tutulduğunda, 2018 yılında, *F. occidentalis* ve *T. tabaci* bir önceki yıla göre daha

düşük yoğunluklarda saptanmışlardır (Şekil 1b ve d). Bunun nedeni çiçeklenme döneminde ani sıcaklık artışı ve buna paralel olarak çiçeklerin çoğunun dökülmesi olabilir. Nisan ayının ilk haftalarında bazı günlerde maksimum sıcaklıklar 30 dereceye ulaşmıştır. Bu durum, *T. hawaiiensis*e göre daha erken dönemde ortaya çıkan diğer iki türün yoğunluğunu daha çok olumsuz etkilemiş olabilir. Diğer dikkati çekici bir durum meyve dönemindeki az sayıda olan çiçeklerde bu iki zararlı türün görülmemesidir. *Frankliniella occidentalis*'in Ortanık, W. Murcott, Washington, Euroka ve Dobasibeni çeşitlerinde popülasyon yoğunluğu örneklem tarihi boyunca 1 bireyin altında olmuştur. Bir önceki örneklem yılından farklı olarak bu thrips türünün Kütdiken limon çeşidinde 2018 yılında daha yüksek yoğunlukta görülmesi (Çiçeklenme ve petal yaprakların döküm döneminde zararlı yoğunluğu 2 birey/çiçekli sürgün düzeyinin biraz üzerinde seyretmiştir.), bu örneklem yılında bu limon çeşidinde çiçeklenmenin nispeten daha yüksek yoğunlukta olması ile ilgili olabilir.

*Thrips tabaci*'nin 2018 yılında tüm çeşitlerde popülasyon yoğunluğu 0.5 birey/çiçekli sürgün'ün

altında kalmıştır (Şekil 1d). *Frankliniella occidentalis*'e benzer olarak, meyve dönemindeki

ağaçların çiçeklerinde bu tür bulunmamıştır.



Şekil 1. Balcalı (Adana)'da 2017 ve 2018 yıllarında farklı turuncğil çeşitlerinde *Frankliniella occidentalis* (a ve b), *Thrips tabaci* (c ve d) ve *Thrips hawaiiensis* (e ve f)'in bitki fenolojisine göre ortalama birey sayıları.  
Figure 1. Mean numbers of *Frankliniella occidentalis* (a, b), *Thrips tabaci* (c, d) and *Thrips hawaiiensis* (e, f) on different citrus varieties in Balcalı (Adana) location during 2017 and 2018.

*Thrips hawaiiensis*'in 2018 yılında Kütdiken ve Euroka limon çeşitleri hariç, popülasyon yoğunluğu 1 birey/çiçekli sürgün altında olmuştur (Şekil 1f). Bir önceki yıldan farklı olarak bu zararlı thrips türü, Nisan ayı sonlarında dikkat çekmiş olup, popülasyon yoğunluğu meyve döneminde belirgin olarak artmıştır. Zararlı'nın popülasyon yoğunluğu mevsim sonunda yaklaşık 10 birey/çiçekli sürgün düzeyine ulaşmıştır. Zararlı'nın genç meyve döneminde daha çok görülmesi aslında az sayıda çiçeği dışarıdan bu türün ergin bireylerinin göçü ile ilgili olabilir. *Thrips hawaiiensis*

esas olarak limonlarda sorun olan bir türdür. Zararlı'nın Mayıs ayı sonlarına doğru çiçeklerde daha yüksek yoğunlukta görülmesinin bir nedeni bu dönemde sıcaklık artışıyla da ilgili olabilir. Benzer durum, yediveren limon (Lamas ve Kütdiken) çeşidinin daha yaygın olarak yetiştirildiği Mersin ilinin Erdemli ilçesine bağlı yörelerde de görülmüştür. Zararlı çiçek petal yapraklarının dökülmesinde sonraki 3. ve 4. haftalarda yoğun olarak çiçeklerde ortaya çıkmakta ve önce çiçeklerde beslenmekte daha sonraları yumurta bırakmaktadır. Zararlı bu dönemde

çiçeklerde yoğun olarak ortaya çıktığı için (örneğin 50-80 adet *T. hawaiiensis*/çiçek) çiçekler dökülmekte ve daha sonraları ergin ve larvalar (özellikle larvalar) genç meyvelere geçerek lekelenmelere neden olmaktadır. Bu çalışmada thrips larvası yok denecek düzeyde saptanmıştır. Balcalı yöresinde zararlı türün daha düşük yoğunlukta ve kısa süreli olarak mevsim sonunda meyve döneminde ortaya çıkması ekolojik faktörlerle (besin uygunluğu, alternatif konukçuları, doğal düşmanları vb) ilgili olabilir. Zira Balcalı yöresi polikültür alanı olup, değişik sebze ve meyve grupları ticari veya araştırma amaçlı olarak yetiştirilmektedir. Bu yörede limon üretimi oldukça sınırlıdır ve çoğu yediveren grubundan değildir.

### Farklı turuncğil çeşitlerinde thrips türlerinin mevsimsel ortalama popülasyon yoğunlukları

Üç thrips türünün farklı turuncğil gruplarında ortalama popülasyon yoğunluğu Çizelge 3 ve 4'de verilmiştir.

*Frankliniella occidentalis*'in 2017 yılında en yüksek ve önemli mevsimsel ortalama yoğunluğu (76.54±4.44

birey/çiçekli sürgün) Meyer limonunda kaydedilmiştir ( $F_{6,35} = 112.423$ ,  $P = 0.0001$ ; Çizelge 3). Benzer şekilde *T. tabaci* Meyer limonunda en yüksek (4.31±0.46 /çiçekli sürgün) ve önemli sayıda bulunmuştur ( $F_{6,35} = 7.105$ ,  $P = 0.0001$ ). *T. hawaiiensis* de sıklıkla Meyer limonu ve Washington portakalı üzerinde saptanmıştır ( $F_{6,35} = 10.976$ ,  $P = 0.0001$ ; Çizelge 3).

Farklı turuncğil çeşitlerinde 2018 yılında thrips türlerinin mevsimsel ortalama popülasyon yoğunlukları Çizelge 4'de görülmektedir. 2017 yılından farklı olarak *F. occidentalis*, Kütdiken ve Meyer limonlarda benzer ancak diğer çeşitlere göre ise daha yüksek ve önemli birey sayısına sahip olmuştur ( $F_{6,35} = 118.117$ ,  $P = 0.0001$ ). *Thrips tabaci*'nin tüm çeşitlerde benzer ortalama yoğunluğa sahip olduğu görülmektedir. *T. hawaiiensis* mevsimsel ortalama yoğunluğu Kütdiken çiçeklerinde en yüksek (23.54±1.10 /çiçekli sürgün) ve önemli olmuştur ( $F_{6,35} = 148.683$ ,  $P = 0.0001$ ). Bu ortalama yoğunluğu Euroka limon çiçeklerinden elde edilen değer izlemiş olup, ortalama birey sayısı 13.85±1.46 /çiçekli sürgün olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 3. Balcalı (Adana) da 2017 yılında farklı turuncğil çeşitlerinde üç thrips türünün toplam ortalama sayıları (adet/çiçekli sürgün)

Table 3. Total mean numbers of three thrips (number/ inflorescence) species on various citrus varieties in Balcalı (Adana) location in 2017

Çeşitler (Varieties)	<i>Frankliniella occidentalis</i>	<i>Thrips tabaci</i>	<i>Thrips hawaiiensis</i>
Ortanik (mandalina) ( <i>Ortanik mandarin</i> )	4.57±0.57d	0.87±0.38b	0.0±0.0b
W. Murcot (mandalina) ( <i>W. Murcott mandarin</i> )	5.14±2.54d	1.58±0.48b	0±0b
Washington (portakal) ( <i>Washington orange</i> )	30.58±3.43b	1.91±0.91b	6.70±1.01a
Kütdiken (limon) ( <i>Kütdiken lemon</i> )	14.97±1.81c	1.00±0.26b	0±0b
Euroka (limon) ( <i>Euroka lemon</i> )	15.79±1.95c	0.81±0.27b	0±0b
Meyer (limon) ( <i>Meyer lemon</i> )	76.54±4.44a	4.31±0.46a	5.75±0.86a
Dobashibeni (mandalina) ( <i>Dobashibeni mandarin</i> )	4.25±1.33d	1.70±0.48b	0.04±0.04b

Çizelge 4. Balcalı (Adana)'da 2018 yılında farklı turuncğil çeşitlerinde üç thrips türünün toplam ortalama sayıları (adet/çiçekli sürgün)

Table 4. Total mean numbers of three thrips (number/ inflorescence) species on various citrus varieties in Balcalı (Adana) location in 2018

Çeşitler (Varieties)	<i>Frankliniella occidentalis</i>	<i>Thrips tabaci</i>	<i>Thrips hawaiiensis</i>
Ortanik (mandalina) ( <i>Ortanik mandarin</i> )	0.87±0.19c	0.12±0.08a	0.16±0.08c
W. Murcot (mandalina) ( <i>W. Murcott mandarin</i> )	2.20±0.35bc	0.33±0.16a	2.00±0.30c
Washington (portakal) ( <i>Washington orange</i> )	1.50±0.12bc	0.16±0.16a	0.20±0.10c
Kütdiken (limon) ( <i>Kütdiken lemon</i> )	12.12±0.62a	0.37±0.13a	23.54±1.10a
Euroka (limon) ( <i>Euroka lemon</i> )	3.67±0.55b	0.08±0.08a	13.15±1.46b
Meyer (limon) ( <i>Meyer lemon</i> )	14.33±0.95a	0.54±0.13a	3.12±0.34c
Dobashibeni (mandalina) ( <i>Dobashibeni mandarin</i> )	2.00±0.20bc	0.04±0.04a	2.25±0.33c

Thrips türlerinin farklı turuncğil çeşitlerindeki farklı popülasyon yoğunlukları, konukçu bitkilerin morfolojisi fiziksel özellikleri, besin içerikleri ve gıda kalitesi ile ilgili olabilir. Thrips performansındaki farklılıkların konukçu bitkiler arasında biyokimyasal farklılıklar, özellikle koku, renk ve besinsel farklılıklar ile ilgili olduğu yapılan önceki çalışmalarla bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2007; Li ve ark., 2015; Fu

ve ark., 2019).

### Thrips zararı

Balcalı yöresinde 2017 yılında örneklenen farklı turuncğil grup ve çeşitlerinde thrips zararı saptanmamıştır. *Thrips hawaiiensis*'in nispeten daha yaygın olduğu Kütdiken limon çeşidinde örneklenen ve incelenen limon meyvelerinin sadece %2'sinde

muhtemelen bu thrips türü nedeniyle lekelenme gözlenmiştir

## SONUÇ

Bu çalışmada *F. occidentalis* ve *T. tabaci*'nin en yaygın ve yoğun olduğu dönemlerde çiçek ve meyvelerde thrips zararı ortaya çıkmamıştır. *Thrips hawaiiensis*'in nispeten yoğun olduğu dönemde Kütdiken parselinde sadece %2 oranında lekelenme görülmüştür. Bu durum Adana ilinde yediveren grubu limonların yetiştirilmesi durumunda yayılıcı (istilacı) bir tür olan *T. hawaiiensis*'in sorun olabileceğini akla getirmektedir. Buna karşın Adana ilinde turuncgillerde thripslere karşı ilaç kullanıldığı ve thripslerin sorun olduğu şeklinde duyular da alınmaktadır. Turuncgil üreticileri, thrips zararıyla dal sürtmesi nedeniyle meyvelerde görülen lekeleri (bu lekeler genelde benzerlik gösterse de) birbirine karıştırmaktadırlar. Oysa Adana ilinde şu an potansiyel bir zararlı olarak ortaya çıkan *T. hawaiiensis*'in zararı tipiktir ve bu zarar şekli önceki çalışmalarda tanımlanmıştır (Atakan ve ark., 2015; Atakan ve Pehlivan, 2020). Adana ili genelinde bu amaçla limonlarda thrips zararı yönünden araştırmaya gereksinim vardır. Bu çalışmada gösterildiği şekilde limonlarda thrips türlerinin saptanması önemlidir. *Frankliniella occidentalis* yoğun olarak görülse bile zararlı olarak ortaya çıkmamıştır, sadece çiçeklerde nektarlar ve pollenler ile beslenen bir türüdür. Mersin ili Tarsus ilçesinde yapılan çalışmada da benzer bulgular rapor edilmiştir (Atakan ve ark., 2012). Çiçeklenme döneminde thripslere karşı ilaçlama yapmak anlamlı değildir, özellikle bal arıları gibi tozlayıcı (polinatör böcekler) böcekler olumsuz etkileri vardır. *Thrips hawaiiensis*'in yaygın olarak görüldüğü dönemde (mayıs ayı ortası ve sonu), limon ağaçlarının (yediveren grubu limon çeşitleri) genç meyve döneminde thripslere karşı meyve ağaçlarında ruhsatlı spinosyin grubu ilaçlarla ilaçlama yapılabilir. Bu kritik dönemde ilaçlamaların haftalık aralıklarla yapılması önerilir. Haziran ayı ortasından sonra limonda thripslere karşı ilaçlı mücadele yapmak anlamlı görülmemektedir. Zira bu dönemde genç meyve oranı düşüktür, meyveler irileşmiştir ve ayrıca ağaçlarda çok az sayıda çiçek vardır.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Birinci yazar Ekrem ATAKAN; thripslerin toplanması, preparatlarının yapımı, sayımları, verilerin analizi ve makalenin yazımını gerçekleştirmiştir. İkinci yazar Serkan PEHLİVAN böceklerin toplanması ve verilerin düzenlenmesinde katkı sağlamıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı destekleyen Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi'ne teşekkür ederiz. (Proje No: FBA-2018-10133).

## KAYNAKÇA

- Atakan E 2007a. Thrips (Thysanoptera) Species Occurring on Fruit Orchards in Çukurova Region of Turkey. Book of Abstracts of Second Symposium on Palaearctic Thysanoptera, 18-20 September 2007, Strunjan, Slovenia, 7.
- Atakan E 2007b. Thrips (Thysanoptera) Species Occurring on Winter Vegetables Crops in Çukurova Region of Turkey. Book of Abstracts of Second Symposium on Palaearctic Thysanoptera, 18-20 September 2007, Strunjan, Slovenia, 24.
- Atakan, E 2010. Çukurova Bölgesi'nde Yazlık Sebzelere Thysanoptera (Thrips) Türleri ve Avcı Böcekler Üzerinde Araştırmalar. VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildirileri, 23-26 Haziran 2010, Van, 417s. (özet).
- Atakan, E 2011. Adana İlinde Merkez Parklarında Bazı Süs Bitkilerinde Bulunan Thysanoptera (Thrips) Türleri. Türkiye IV Bitki Koruma Kongresi Bildirileri 28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş, 183s. (özet).
- Atakan E, Ölçülü M, Pehlivan S, Satar S 2015. Türkiye'de Yeni Zararlı Bir Thrips Türü: *Thrips Hawaiiensis* (Morgan, 1913) (Thysanoptera: Thripidae). Türkiye Entomoloji Bülteni, 5(2): 77-84.
- Brodbeck BV, Stavisky J, Funderburk JE, Anderson PC, Olson SM 2001. Flower Nitrogen Status and Populations of *Frankliniella occidentalis* Feeding on *Lycopersicon esculentum*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2:165-172.
- Brown ASS, Simmonds MSJ, Blaney WM 2003. Relationships Between Nutritional Composition of Plants Species and Infestation Levels of Thrips. Journal of Chemical Ecology 12:2399-2409.
- Conti F, Tuminelli, R, Amico C, Fiscaro R, Frittita C, Perrotta G, Marullo R 2001. Monitoring *Pezothrips kellyanus* on Citrus in Eastern Sicily. Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera (2001-07-02/07, Reggio Calabria, IT), 207-210.
- Conti, F., Tuminelli, R, Fiscaro R, Perrotta G, Marullo R, Liotta G 2003. An IPM System for New Citrus Thrips in Italy. Bulletin OILB/SROP 26 (6): 2003-208.
- FAO 2019. Food and Agriculture Organization of the United States. Web sitesi. <http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/E> (Erişim tarihi: 23.04.2017).
- Fu B, Li Q, Qiu H, Tang L, Zeng D, Liu K, Gao Y 2019. Oviposition, Feeding Preference, and Biological Performance of *Thrips Hawaiiensis* on Four Host Plants With and Without Supplemental Foods. Arthropod-Plant Interactions, 13:441-452.



- Jervis MA, Ellers J, Harvey JA 2008. Resource Acquisition, Allocation, and Utilization in Parasitoid Reproductive Strategies. *Annual Review of Entomology*, 53:361-385.
- Li WD, Zhang PJ, Zhang ZJ, Huang F, Bei YW, Lin WC, Lu YB. 2015. An Evaluation of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and *Frankliniella intonsa* (Thysanoptera: Thripidae) Performance on Different Plant Leaves Based on Life History Characteristics. *Journal of Insect Science*, 4:1-5
- Mainali BP, Lim UT 2011. Behavioral Response of Western Flower Thrips to Visual and Olfactory Cues. *Journal of Insect Behavior*, 6:436-446.
- Marullo R 2001, Impact of an Introduced Pest Thrips on the Indigenous Natural History and Agricultural Systems of Southern Italy. *Thrips and Tosopoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera*, 285-288.
- Marullo R, De Grazia A 2017. *Thrips hawaiiensis* A Pest Thrips From Asia Newly Introduced Into Italy. *Bulletin of Insectology*, 70 (1): 27-30, 2017.
- Millar JG, Paine TD, Joyce AL, Hanks LM 2003. The Effects of *Eucalyptus* Pollen on Longevity and Fecundity of *Eucalyptus* Longhorned Borers (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of Economic Entomology*, 96 (2):370-376.
- Morse JG, Hoddle MS 2006. Invasion Biology of Thrips. *Annual Review of Entomology*, 51:67-89.
- Mound LA. 2005. Thysanoptera: Diversity and Interaction. *Annual Review of Entomology*, 50:247-269.
- Murai T 2001. Development and Reproductive Capacity of *Thrips hawaiiensis* (Thysanoptera: Thripidae) and Its Potential As a Major Pest. *Bulletin of Entomological Research*, 91: 193-198.
- Nas S, Atakan E, Elekçioğlu NZ 2007. Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Alanlarında Bulunan Thysanoptera Türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 2007, 31 (4):307-316.
- Navarro-Campos C, Aguilar A, Garcia-Mari F 2012. Aggregation Pattern, Sampling Plan, and Intervention Threshold for *Pezothrips kellyanus* in Citrus Groves. *Entomology Experimentalis et Applicata*, 142:130-139.
- Navarro-Campos C, Pekas A, Aguilar A, Garcia-Mari.F 2013. Factors Influencing Citrus Fruit Scarring Caused by *Pezothrips kellyanus*. *Journal of Pest Science*, 86:459-469.
- Ölçülü M 2014. Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Bahçelerinde Thysanoptera Türleri Ve Doğal Düşmanlarının Popülasyon Değişimleri İle *Pezothrips kellyanus* (Bagnall) (Thysanoptera:Thripidae)'un Bazı Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, 107 sayfa.
- Özsemerci F, Akşit T, Tunç İ 2006. Manisa İli Bağ Alanlarında Saptanan Thrips Türleri Ve Önemli Türlerin İlçelere Göre Dağılımları. *Türkiye Bitki Koruma Bülteni*, 46(1-4): 51-63.
- Pehlivan S, Atakan E 2017. Thysanoptera (Thrips) Species on Cultivated Plants in Çukurova Region of Turkey. 5th Symposium on Palaearctic Thysanoptera. 26th-29th September 2017, Cracow, Poland.
- Tekşam İ, Tunç I 2009. An Analysis of Thysanoptera Associated With Citrus Flowers In Antalya, Turkey: Composition, Distribution, Abundance and Pest Status of Species Applied Entomology and Zoology, 44: 455-469.
- TÜİK 2016. Türkiye İstatistik Kurumu, Tarımsal Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (Erişim tarihi: 23.04.2017).
- Tunç İ 1990. Antalya'da Bulunan Avcı Thysanoptera Türleri Ve Habitatları . *Türkiye II. Biyolojik Mücadele kongresi Bildirileri*, 26-29 Eylül 1990, 330 s.
- Tunç İ 1991. Studies on the Thysanoptera of Antalya IV. Thripidae Stephens-3. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4: 11-26.
- Tunç İ 1992. Studies on the Thysanoptera of Antalya II. Thripidae Stephens- Part 1. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 16(1):33-46.
- Uygun N, Ulusoy MR, Karaca İ, Satar S 2010. Meyve ve Bağ Zararlıları. Özyurt Matbaacılık, Adana
- Zhang F, Fu Bl, Liu K, Qiu HY, Wu Y 2014. The Effect of Temperature on the development and Survival of *Thrips hawaiiensis* (Morgan). *Acta Ecologica Sinica*, 34(14): 3895-3899
- Zhang ZJ, Wu QJ, Li XF, Zhang YJ, Xu BY, Zhu GR 2007. Life History of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysan., Thripidae), on Five Different Vegetable Leaves. *Journal of Applied Entomology*, 5: 347-354.

## Konya İlinde Yetiştirilen Patates Yumrularında Lastik Çürüklük Hastalık Etmeni *Geotrichum candidum*'un İzolasyonu, Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu

Soner SOYLU<sup>1\*</sup>, Merve KARA<sup>2</sup>, Osman TOKETTİ<sup>3</sup>, E. Mine SOYLU<sup>4</sup>, Aysun UYSAL<sup>5</sup>, Şener KURT<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,6</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü 31034 Antakya-HATAY, <sup>5</sup>Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi, 31034 Antakya-HATAY

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-1002-8958>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7320-3376>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8955-2132>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-5961-0848>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-9067-285X>, <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0003-4545-5968>,

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

### ÖZET

Patates (*Solanum tuberosum* L.), Türkiye'de en fazla tüketilen sebzelerin başında gelmektedir. Konya ilinin Çumra ilçesinde 2019 yılının Temmuz ayında patates yetiştirilen alanlarda gerçekleştirilen sörveyler sırasında ekşi koku yayan patates yumrularında beyaz miselyum ile kaplanmış suya batırılmış yumuşak lastik çürüklük lezyonları şeklinde yeni hastalık belirtileri gözlenmiştir. Yüzey dezenfeksiyonu yapılan enfekteli yumruların alınan dokular Patates Dekstroz Agar (PDA) besiyeri üzerine yerleştirilmiş ve 25°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Enfekteli dokulardan hızlı büyüyen beyaz, düz ve süetimsi-tozlu görünümlü pigmentsiz fungal koloniler gelişmiştir. Gelişen kolonilerin miselyumları dichotomous olarak dallanmış, şeffaf ve bölmeli yapıda olup, hiflerden oldukça farklı boyutlarda şeffaf, tek hücreli ve silindirik yapıda havai artrokonidilerin geliştiği gözlenmiştir. Fungal etmenin kültürel ve morfolojik özellikleri *Geotrichum candidum* ile tutarlıdır. Yapay inokulasyon yapılan patates yumruları üzerinde doğal enfekteli patates yumrularında görülen belirtilerin benzeri gözlenmiş olup fungal etmen bu dokulardan yeniden izole edilmiştir. İzole edilen fungal etmenin morfolojik tanısı, Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) cihazı kullanarak protein profili ve Internal Transcribed Spacer (ITS) gen bölgesi (ITS1-5.8S rDNA-ITS4) çoğaltılıp dizilenmesi ile moleküler olarak da teyit edilmiştir. Gen bankasına kaydedilen temsili izolatin sekans sonucu *G. candidum* izolatu ile %99 oranında benzerlik göstermiştir. *G. candidum*'un sebep olduğu patates lastik çürüklük hastalığının varlığı Türkiye'de önceden bildirilmemiştir. Türkiye'de yetiştirilen patates yumrularında lastik çürüklüğü hastalığı etmeni *G. candidum*'un morfolojik ve moleküler karakterizasyonu ilk kez bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 03.04.2020

Kabul Tarihi : 26.08.2020

#### Anahtar Kelimeler

Patates

Lastik çürüklük

*Geotrichum candidum*

MALDI-TOF

ITS

## Isolation, Morphological and Molecular Characterization of Rubbery Rot Disease Agent *Geotrichum candidum* on Potato Tubers Grown in Konya Province

### ABSTRACT

Potato is the one of the most consumed vegetable in Turkey. During field surveys in June of 2019, new disease symptoms on potato tubers, displaying a water-soaked soft rubbery rot with a sour, fermented smell, and white mycelial growth, were observed in commercial fields in Çumra district of Konya, Turkey. Diseased tubers were collected and small tissue pieces from surface disinfected symptomatic tuber were placed on potato dextrose agar (PDA) and incubated at 25°C. Fast growing, flat, white to cream, dry and finely suede-like with no reverse pigmented fungal colonies were subsequently developed from infected tissues. Hyphae were hyaline, dichotomously branched and septate, producing aerial chains of hyaline, smooth, one-celled, cylindrical arthroconidia. Cultural and morphological characters were

### Research Article

#### Article History

Received : 03.04.2020

Accepted : 26.08.2020

#### Keywords

Potato

Rubbery rot

*Geotrichum candidum*

MALDI-TOF

ITS

consistent with *Geotrichum candidum*. All artificially inoculated tubers displayed the same symptoms as seen for naturally infected tubers and the fungus having same morphological characters was re-isolated from inoculated tubers. Morphological identification of disease agent was confirmed molecularly based on protein profiling by using MALDI-TOF MS and also by sequencing amplified Internal Transcribed Spacer (ITS) region ((ITS1-5.8S rDNA-ITS4). The sequence was 99% identical and a representative sequence of isolate was submitted to GenBank. The presence of potato rubbery rot disease caused by *G. candidum* has not been previously reported in Turkey. This is the first report of morphological and molecular characterization of *G. candidum* causal disease agent of rubber rot on potato tubers grown in Turkey.

- Atıf İçin:** Soylu S, Kara M, Toketti O, Soylu EM, Uysal A, Kurt Ş 2021. Konya İlinde Yetiştirilen Patates Yumrularında Lastik Çürüklük Hastalık Etmeni *Geotrichum candidum*'un İzolasyonu, Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 353-361. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.714056>.
- To Cite:** Soylu S, Kara M, Toketti O, Soylu EM, Uysal A, Kurt Ş 2021. Isolation, Morphological and Molecular Characterization of Rubber Rot Disease Agent *Geotrichum candidum* on Potato Tubers Grown in Konya Province. KSU J. Agric Nat 24 (2): 353-361. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.714056>.

## GİRİŞ

Ana vatanı Güney Amerika'da yer alan Peru ve Şili olan patates (*Solanum tuberosum* L), insan beslenmesinde önemli bir yeri olan bir sebze türüdür. *Solanum* cinsine bağlı olan patates bitkisinin dünya genelinde 8 türünün tarımı ve üretimi yapılmaktadır. İngiltere'de en fazla tüketilen sebze olan patates, dünya genelinde ise mısır, pirinç ve buğday'dan sonra 381.000.000 ton üretimi ile en fazla tüketilen 4. önemli tarım ürünüdür (Ezekiel ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2017). Dünya Gıda Tarım Örgütü'nün (FAO) 2016 yılı dünya patates üretim istatistiklerine göre önemli patates üretimi yapan ilk 10 ülkelerin sırası ile Çin (99.065.00 ton), Hindistan (43.770.000 ton), Rusya (31.107.797 ton), Ukrayna (21.750.290 ton), ABD (19.990.950 ton), Almanya (10.772.100 ton), Bangladeş (9.474.099 ton), Polonya (8.872.000 ton), Fransa (6.834.680 ton) ve Hollanda (6.534.338 ton) olduğu bildirilmiştir (Anonymous, 2017). Türkiye'de en fazla patates üretimi 527.554 da alanla Orta Anadolu bölgesinde yapılırken, bu bölgeyi 276.641 da ile Ege, 147.257 da ile Batı Anadolu bölgeleri izlemiştir. Orta Anadolu bölgesinde Niğde (237.851 da alanda 892.297 ton) ve Nevşehir (58.856 da alanda 255.773 ton) illeri Türkiye'nin en fazla patates tarımının yapıldığı iller arasında olup, bu illeri Afyon (139.956 da alanda 476.900 ton), Konya (135.824 da alanda 549.802 ton) ve İzmir (104.974 da alanda 367.706 ton) illeri takip etmektedir (Anonim, 2017).

Türkiye için önemli bir ürün olan patatesin üretimi, verimi ve kalitesi farklı türlere ait toprak kökenli fungal hastalık etmenleri tarafından ciddi tehdit altındadır (Koike ve ark., 2007). Dünyanın önemli patates yetiştiriciliğinin yapıldığı ülkelerde olduğu gibi, Türkiye'de *Fusarium sambucinum*, *Phytophthora cryptogea*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Synchytrium endobioticum* ve *Verticillium dahliae* gibi fungal etmenler patates

üretimini kısıtlayan en önemli toprak kökenli fungal hastalık etmenleri olarak bildirilmiştir (Çakır, 2005; Yanar ve ark., 2005; Çakır ve Demirci, 2012; Göre ve ark., 2015; Aydın ve ark., 2016; Kurt ve ark., 2017). Tarla koşullarında olduğu kadar, depolarda yer alan patates yumru örneklerinde *Colletotrichum coccoides*, *F. sambucinum* (*Gibberella pulicaris*), *F. solani*, *F. culmorum*, *F. oxysporum* ve *Pythium ultimum* etmenlerinin farklı patates çeşitleri üzerinde şiddetli hastalık belirtilerine neden oldukları bildirilmiştir (Eken ve ark., 2000; Özer ve ark., 2018; Çakır ve ark., 2019).

Bu çalışmada, Konya ilinin Çumra ilçesinde yapılan sörveyler sırasında karşılaşılan, yumrularında sulu ve yumuşak çürüklük şeklinde belirtilere neden olan hastalık etmeninin morfolojik, patolojik ve moleküler olarak tanımlanması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Hastalık Etmeninin İzolasyonu, Morfolojik ve Patojenik Özelliklerinin Belirlenmesi

Hastalık etmeni, Konya ilinin Çumra İlçesinde hastalığın gözlemlendiği tarlalardan temin edilen 8 farklı hastalık belirtisi gösteren patates yumrularından izole edilmiştir. Bu amaçla, yumruların yarı hastalıklı ve yarı sağlam dokularından bistüri yardımıyla küçük parçalar kesilmiştir. Kesilen parçalar, %2'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonunda 2 dakika yüzey dezenfeksiyonu yapıp steril saf su ile durulanmıştır. Dezenfekte edilen yumru dokuları steril kurutma kağıdına alınarak kurumaya bırakılmıştır. Kurumuş olan yumru parçaları petri kaplarındaki 100 µg ml<sup>-1</sup> streptomycin sulphate içeren Patates Dekstroz Agar (PDA, Merck, Darmstadt, Germany) besiyeri üzerine yerleştirilerek 25°C'de 5-7 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. PDA içeren petrilere gelişen fungal kolonilerin tanısı morfolojik ve mikroskopik olarak



gerçekleştirilmiştir (Kim ve ark., 2011). Fungus, tek spor izolasyon tekniği ile saflaştırılmıştır. Elde edilen tek spor izolatu, eğik tüp içerisinde PDA besiyerine alınmış ve +4°C'de saklanmıştır.

Spreyle püskürtme inokulasyon yönteminin kullanıldığı patojenisite denemeleri için, sağlıklı patates yumruları (cv. Lady Anna) kullanılmıştır. Patojenite testinde, PDA ortamında 5-7 gün boyunca 25°C'de inkübe edilen bölge izolatına ait kültürler kullanılmıştır. Patojenite testinde kullanılan konidi süspansiyonunu hazırlamak için, tek spordan elde edilmiş fungal izolatın (GCP19MKU) kültürü içeren petri kabına steril saf su eklenerek ve miselyum yüzeyinden steril spatula yardımı ile kazıma yapılarak konidi süspansiyonu hazırlanmıştır. Konidi süspansiyonu, sporları miselyal parçalardan ayırmak için 2 katlı tülbent yardımı ile süzülmüştür. Elde edilen konidi süspansiyonu, hemositometre yardımı ile hesaplanarak  $1 \times 10^5$  konidi  $ml^{-1}$  konsantrasyona ayarlanmıştır. Patates yumruları uygulama yapılmadan önce, çeşme suyu ile yıkanıp %2'lik NaOCl çözeltisi ile 2 dakika yüzeyde steril edilmiş, steril saf su ile 2 kez durulanmış ve yaralanmadan önce yumrular kurutma kağıdı üzerinde fan altında kurutulmuştur. Daha sonra yıkanıp kurutulan bu yumrulara, ekvatorial bölgede yumru üzerinde eşit açılarla üç farklı noktadan 2 mm derinliğinde 5 mm çapında bir yara oluşturmak için steril bir mantar delici yardımı ile yaralar açılmıştır. Yaralanmış yumrulara,  $1 \times 10^5$  konidi  $ml^{-1}$  konsantrasyonunda hazırlanmış olan 20 ml hacmindeki spor süspansiyonu spreyle püskürtülerek inokulasyon gerçekleştirilmiştir (Hameed ve ark., 2019). Kontrol olarak, sadece steril saf su ile muamele edilmiş yumrular kullanılmıştır. İnokulasyon sonrası yumrular zemini steril su ile ıslatılmış kağıt havluların bulunduğu 20x20x10 cm ebadında plastik şeffaf saklama kutularına yerleştirildikten sonra, 20 °C, %85 bağıl nem ve 12 h fotoperiyot koşullarına ayarlı inkübatörler içerisinde inkübasyona bırakılmışlardır. Yapay olarak enfektelenmiş yumruların hastalık gelişimi inokulasyondan 7 gün sonra değerlendirilmiştir.

### MALDI-TOF MS Analizi

Doğal olarak enfekteli yumruların elde edilen ve patojenisite çalışmalarında hastalık belirtilerine neden olan izolatların tür teşhisleri, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan MALDI-TOF MS (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization- Time of Flight Mass Spectrometry, Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Almanya) Mikroorganizma Tanımlama cihazı kullanılarak tanımlanmıştır (Kara ve ark., 2017; Soylu ve ark., 2020). Bu aşamada saf fungus kültürlerinden protein izolasyonu, etanol-formik asit ekstraksiyon yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Cihazın flex kontrol yazılım programı (Biotyper 3.0; Microflex LT; Bruker

Daltonics GmbH, Bremen, Germany) ile elde edilen spektrumlar, Maldi Biotyper Real-Time Classification (RTC) yazılımı ile karşılaştırılarak tanı işlemi sürdürülmüştür. Analiz sonucunda, 2.000-3.000 arasında yeşil renkli olarak belirlenen veriler, yüksek güvenilirliğe sahip skor değeri olarak kabul edilmiştir (Carolis ve ark., 2012; Chalupová ve ark., 2014).

### Moleküler Karakterizasyon

Morfolojik ve MALDI-TOF yöntemi kullanılarak ön teşhisleri yapılmış bölge ve patojenite testinden geri elde edilen fungal izolatların besi ortamında gelişen tek spor kültürlerinden alınan misellerinden (100 mg) toplam genomik DNA izolasyonu DNeasy Plant Mini Kiti (Qiagen, GeneMark Teknoloji Co, Valencia, CA, Katalog No. 69104) ile üretici firmanın önerdiği protokollerin uygulanması suretiyle yapılmıştır. PCR çalışmaları Internal transcribed spacers (ITS) ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') ve ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') primer çifti (White ve ark., 1990) kullanılmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. PCR çalışmasında her bir reaksiyon için  $1 \times$  enzim buffer, 0.2  $\mu$ l dNTP, 0.5  $\mu$ l primer, 1.5  $\mu$ l  $MgCl_2$ , 0.2  $\mu$ l (ng) DNA, toplam 25  $\mu$ l olacak şekilde üzeri steril saf su ile tamamlanmıştır. DNA amplifikasyonu Thermal cycler PCR cihazında (Applied Biosystems, Singapore) yapılmıştır. PCR amplifikasyon koşulları için, 95°C'de 1 dk. başlangıç denatürasyonu, 95°C'de 20 sn. denatürasyon, annealing sıcaklığı 55°C'de 25 sn., 72°C'de 1 dk. ve final adımı olarak 72°C'de 10 dk. olarak belirlenmiştir. PCR ürünlerinin kalitesini belirlemek için Kapiler jel elektroforez cihazı kullanılmıştır (QIAxcel Advanced, Qiagen, Almanya). Bantların kalitesine göre PCR ürünü sekanslanmıştır. Sekans sonuçları BLAST programına yüklenerek fungus türü belirlenmiştir. PCR ürününe ait DNA nükleotid dizisi, NCBI (National Center for Biotechnology Information) kütüphanesinde yer alan BLASTn algoritmasını kullanarak (Boratyn ve ark., 2013) gerçekleştirilmiştir. Bu sonuçlara göre tanı yapılan izolatın, NCBI Gen Bankası kütüphanesinden erişim numarası alınmıştır. *G. candidum* GCP19MKU izolatını, farklı konukçu bitkilerden elde edilen referans izolatlarla karşılaştırmak için (Çizelge 1), MEGA 7 programını kullanarak ITS gen bölgesi için akrabalık derecelerine göre moleküler filogenetik analizleri gerçekleştirilmiştir. İzolatlar arasındaki genetik akrabalığı gösteren dendrogram UPGMA (unweighted pair group method with arithmetic mean) yöntemi kullanılarak oluşturulmuş ve elde edilen filogenetik ağacın teyidi, 1,000 tekrarlı olarak (Bootstrap, p-distance, pairwise deletion) yapılmıştır (Kumar ve ark., 2016).

### BULGULAR ve TARTIŞMA

**Hastalık Etmeninin İzolasyonu, Morfolojik ve**



### Patojenik Özelliklerinin Belirlenmesi

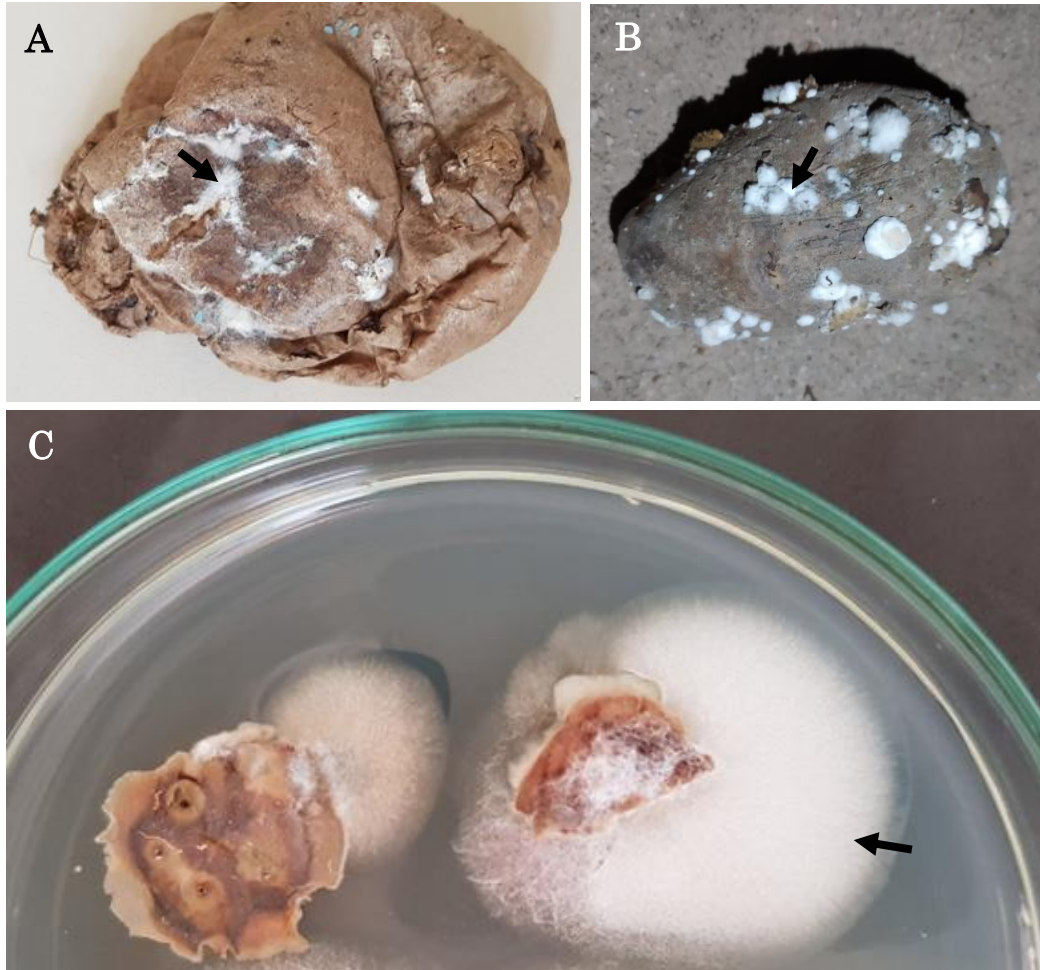
Konya ilinin Çumra ilçesinde patates yetiştirilen tarlalarda 2019 yılının Temmuz ayında gerçekleştirilen sörveyler sırasında ekşi koku yayan

patates yumruları yüzeyinde iç dokuya kadar ilerleyen suya batırılmış yumuşak çürüklük lezyonları ve bu lezyonların yüzeyinde kabarık beyaz miselyum ile kaplanmış yeni bir hastalık belirtileri gözlenmiştir.

Çizelge 1. NCBI veri tabanından alınarak filogenetik analizlerde kullanılan *G. candidum* referans izolatlarına ait konukçu bitki, izole edildiği ülke ve GenBankası erişim kayıtları

Table 1. Host plant, location and GenBank accession numbers of *G. candidum* isolates registered in NCBI database used in phylogenetic analysis

Tür (Species)	İzolat No. (Isolate No.)	Konukçu Türü (Host species)	Menşei (Origin)	GenBank Erişim No. (GenBank Accession No.)
<i>Geotrichum candidum</i>	GCP19MKU	Patates	Türkiye	MN621396
<i>Geotrichum candidum</i>	T5.01	Toprak	Brezilya	MK943787
<i>Geotrichum candidum</i>	UCDFST:09-582	Muz	ABD	MH153550
<i>Geotrichum candidum</i>	S001	Dut	Çin	KY486783
<i>Geotrichum candidum</i>	GC111	Şeker pancarı	ABD	MK436200
<i>Geotrichum candidum</i>	GC222	Şeker pancarı	ABD	MK436202
<i>Geotrichum candidum</i>	PD10019	Şeftali	Pakistan	KY495323
<i>Geotrichum candidum</i>	PD2018	Havuç	Pakistan	MH729185
<i>Geotrichum candidum</i>	PD2018B	Havuç	Pakistan	MK215811
<i>Geotrichum candidum</i>	UoS001	Meyve	Pakistan	KF975700
<i>Geotrichum candidum</i>	ET 13	Havuç	Türkiye	Kayıtlı Değil
<i>Geotrichum citri-aurantii</i>	MKUGCA2	Turunçgil	Türkiye	Kayıtlı Değil



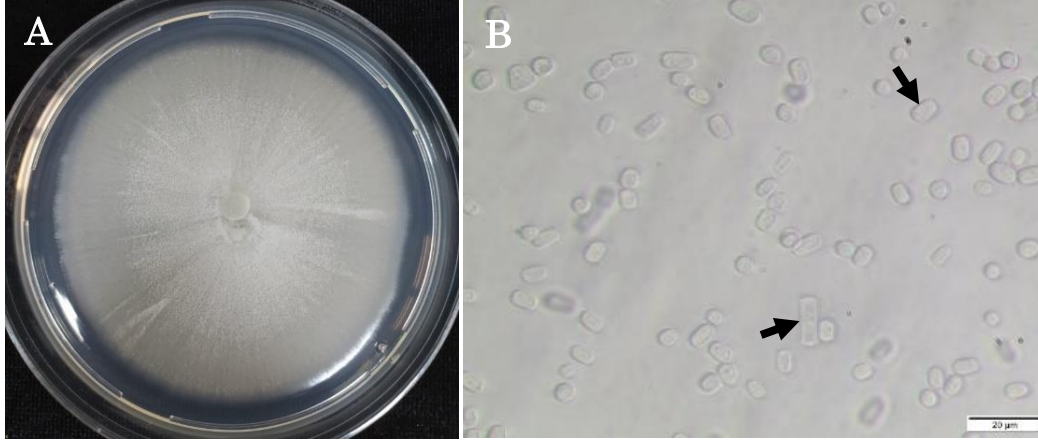
Şekil 1. (A ve B) Patates yumrularında *Geotrichum candidum* enfeksiyonlarının neden olduğu tipik hastalık belirtileri ve beyaz misel kitleleri (ok). (C) Enfekteli dokulardan gelişen *G. candidum* izolatının misel gelişimi (ok).

Figure 1. (A and B) Typical disease symptoms and white mycelial masses caused by *Geotrichum candidum* infections in

potato tubers (ok). Mycelial growth of *G. candidum* isolate developing from infected tissues (arrow).

Tipik hastalık belirtilerinin gözlemlendiği yumruların (Şekil 1A,B) Patates Dekstroz Agar besiyeri üzerinde hızlı büyüyen düz, beyaz ve süet-tozlu görünümlü pigmentsiz fungal koloniler gelişmiştir (Şekil 1C, Şekil 2A). Gelişen kolonilerin miselyumları 2.5-6.0 µm çapında, dichotomous olarak dallanmış, şeffaf ve bölmeli yapıdadır. Dichotomous dallanma gösteren hiflerden, 4.5-12.5 × 3.5-7.0 µm boyutlarda, tek hücreli

havai uzun zincir şeklinde sıralanmış şeffaf, uçları kesik ve silindirik yapıda artrokonidilerin geliştiği gözlenmiştir (Şekil 2B). Konidiler genelde uçtan çimlenme göstermişlerdir. Hastalıklı bitki örneklerinden yapılan izolasyonların sonucunda PDA besiyeri üzerinde gelişen tipik izolatlardan tek spor izolatları elde edilmiştir (Şekil 2A).



Şekil 2. (A) Hastalıklı dokulardan izole edilmiş saf tek spor *Geotrichum candidum* MKUBK-GCP19 izolatının PDA besiyerinde 5 günlük misel gelişimi. (B) *G. candidum* izolatına ait tipik artrokonidileri (ok)

Figure 2. (A) Mycelial development of pure single spore culture of *Geotrichum candidum* MKUBK-GCP19 isolate obtained from diseased tissues at the PDA medium 5 days after inoculation. (B) Typical arthroconidia of *G. candidum* isolate.

Fungus izolatının hif ve konidilerinin morfolojik ve taksonomik karakterlerine dayanarak etmen, *Geotrichum candidum* Link 1809 (Syn. *Galactomyces geotrichum*) olarak tanımlanmıştır (de Hoog ve ark., 1986; Watanabe, 2010). Etmenin sağlıklı patates yumruları üzerinde yapılan patojenite testi sonucunda, patates yumrularındaki inokulasyon noktalarında tarla örneklerinde görülen lastik çürüklük hastalık belirtilerine benzer lezyonlar inokulasyondan 7 gün sonra gelişmiştir. Hastalık etmeni yapay olarak inokulasyon yapılmış dokulardan geri izole edilmiştir. Fungusun patojenite testinde kullanılan ve geri elde edilen re-izolatların tek spor kültürleri Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Sağlığı Kliniği Kültür Koleksiyon Merkezi'nde koruma altına alınmıştır (Kayıt numarası: MKUBK-GCP19).

### MALDI-TOF MS Analizi

Mikroorganizmaların tanımlanmasında kullanılan yeni nesil yöntemlerinden biri olan Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS), proteomik yaklaşım ile özellikle bitki patolojisinde fungal ve bakteriyel mikrobiyal türlerin tanımlanmasında, kromatografik ve DNA'ya bağlı moleküler yöntemlere alternatif olarak kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır (Pulcrano ve ark., 2012; Aktan ve Soylu, 2020; Bozkurt ve ark., 2020). Gerek doğal enfekteli yumruların elde edilen,

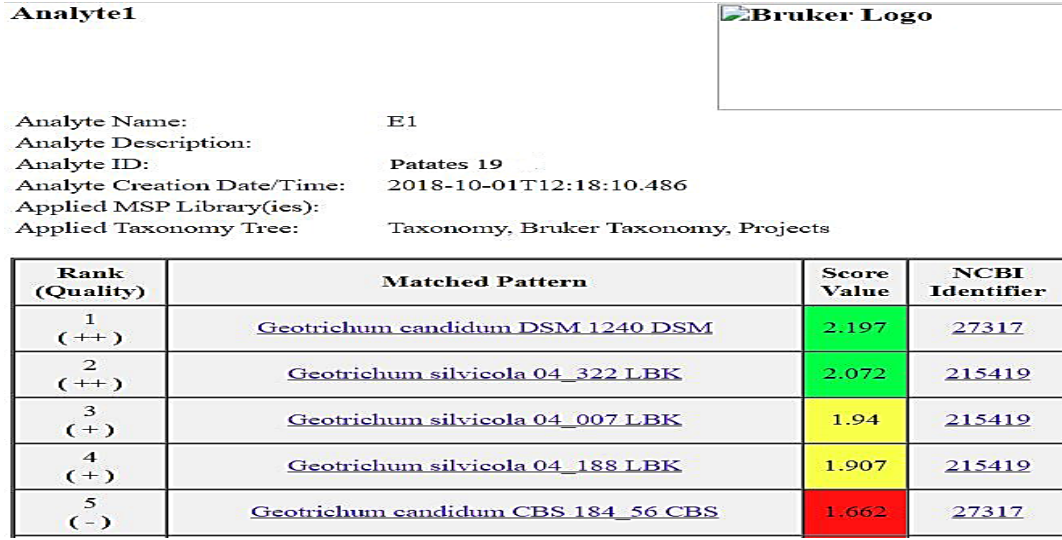
gereksiz patojenite testinden yeniden izole edilen (re-izolat) *G. candidum* fungal izolatların tanısı MALDI-TOF MS analiziyle teyit edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda fungal izolatların MALDI-TOF kütüphanesinde yer alan referans izolat *G. candidum* DSM 1240 ile 2.197 gibi yüksek benzerlik indeksi değerinde eşleşmiştir (Şekil 3).

### Moleküler Karakterizasyon

Gerek morfolojik, gerekse MALDI-TOF ile tanımlanması yapılmış patojenite testinde belirtilere neden olmuş *G. candidum* GCP19MKU izolatın kesin tür tanısı, izolatın ITS bölgesini sekanslama yapmak suretiyle moleküler düzeyde belirlenmiştir. Ribozomal DNA'nın internal transcribed spacer (ITS) bölgesinin ampikonları, evrensel ITS1 ve ITS4 primerleri kullanarak PCR ile çoğaltılmıştır. Elde edilen izolatın genomik DNA gen dizileri, %99 benzerlikle dünyanın farklı bölgelerinde farklı konukçu bitkilerden izole edilmiş *G. candidum* izolatlarının GenBank'taki DNA dizileri (erişim numaraları MK943787, MH153550, MK436202) ile eşleştiği belirlenmiş olup, analizde kullanılan patates izolatının (GCP19MKU) genomik DNA dizisi GenBank'a kayıt edilmiştir [GenBank erişim No: MN621396]. Gerek bu çalışmada elde edilen, gerekse NCBI kayıtlı farklı konukçu bitkilerden/kaynaklardan elde edilmiş *G. candidum* ve yakın akraba *G. citri-aurantii* izolatların nükleotid dizileri (Çizelge 1), UPGMA yöntemi kullanılarak

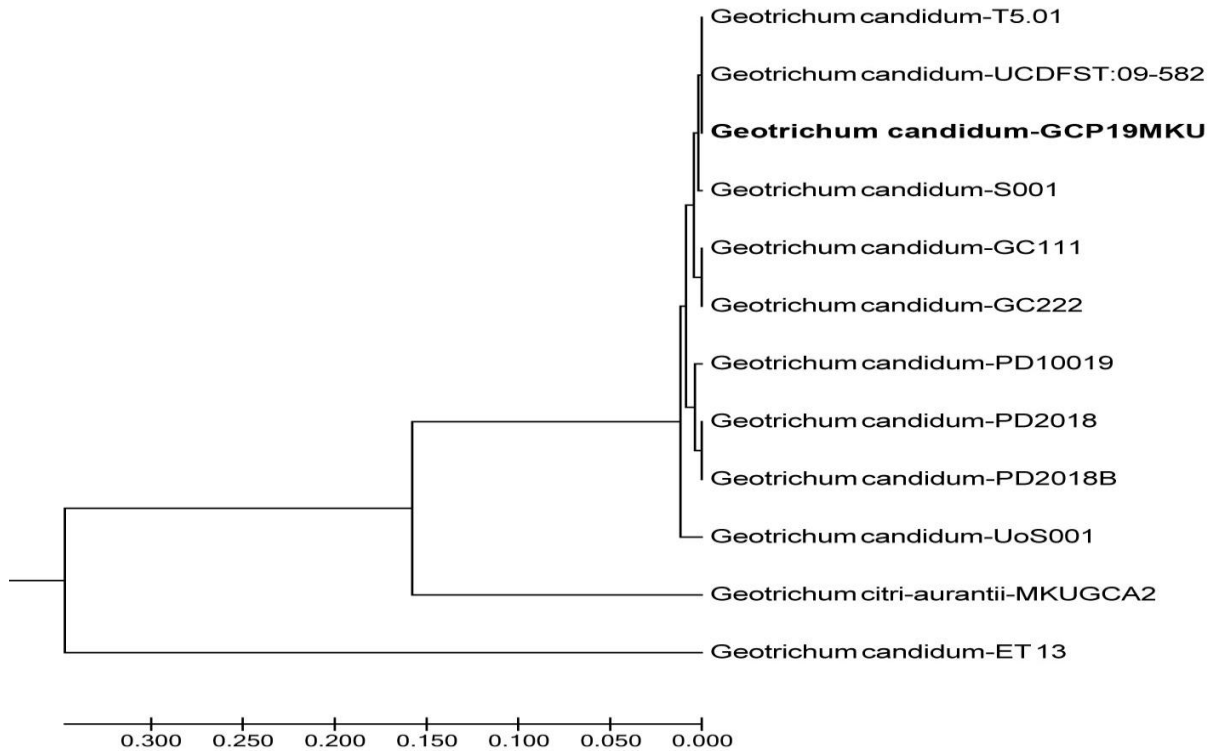
MEGA 7 yazılımı ile ITS gen bölgesi için filogenetik dendrogramı elde edilmiştir (Şekil 4). Bu dendrograma göre patatada lastik çürüklük hastalığına neden olan *G. candidum* GCP19MKU izolatu toprak kökenli ve

muz meyvesinde ekşi çürüklük hastalığına neden olan *G. Candidum* UCDFST:09-582 ve T5.01 izolatları (MK943787 ve MH153550) ile aynı alt grupta yer ayrılmıştır.



Şekil 3. Hastalıklı patates yumrusundan izole edilen ve patojenite testinde kullanılan *G. candidum* MKUBK-GCP19 izolatının MALDI-TOF teşhis sonucu.

Figure 3. MALDI-TOF identification result of *G. candidum* MKUBK-GCP19, isolated from the diseased potato tuber and used in the pathogenicity test.



Şekil 4. *G. candidum* GCP19MKU izolatu ile GenBank'tan alınan farklı *G. candidum* izolatlarının nükleotit sekanslarının dizilerine dayanılarak oluşturulan izolatlar arasındaki filogenetik ilişki. Filogenetik dendrogram, MEGA 7.0 programı kullanılarak UPGMA yöntemi ile oluşturulmuştur.

Figure 4. Phylogenetic relationship between *G. candidum* GCP19MKU and reference isolates of *G. candidum* retrieved from GenBank based on alignment of nucleotide sequences. The tree was constructed by the UPGMA method using MEGA version 7.0.



Türkiye’de şimdiye kadar *G. candidum*’un sebep olduğu ekşi çürüklük hastalığı havuç meyvelerinde bildirilmiştir (Tülek ve Dolar, 2011; Tozlu, 2016). Filogenetik analiz sonucunda oluşan dendogramda (Şekil 4) görüleceği gibi Tozlu (2016) tarafından Türkiye’de yetişen havuç meyvelerinden izole edilip moleküler karakterizasyonu yapılmış ancak NCBI kayıdı olmayan *G. candidum* ET13 izolat ile etmenin yakın akraba türü olan ve Hatay ilinde yetiştirilen turunçgillerde ekşi çürüklük hastalığına neden olan *Geotrichum citri-aurantii* MKUGCA2 izolatlarının (Kara ve Soylu, 2020) patatesten izole edilen *G. candidum* GCP19MKU izolatına kıyasla dış grupta yer almıştır. Elde edilen filogenetik çalışma sonucuna göre, havuç ve turunçgil izolatlarının patates izolatından farklı bir genetik yapıya sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4).

Yapılan morfo-kültürel, patojenite denemeleri ve moleküler analizler sonucu Konya ili Çumra ilçesinde yetiştirilen patates yumrularında lastik çürüklüğü hastalığına neden olan fungal etmenin *G. candidum* olduğu kesinlik kazanmıştır. Toprak kökenli hastalık etmeni olan *G. candidum*, aynı zamanda depolanmış ürünlerde de sorun olan önemli bir fungal etmendir. Etmenin depolanmış ürünlerdeki hastalığı genelde ekşi çürüklük olarak adlandırılmaktadır. Hastalık etmenin şeftali, elma, armut, domates, patlıcan, hıyar, dut, havuç, kabak ve turp gibi bitkilerin meyvelerini enfekte edebildiği bilinmektedir (Koike ve ark., 2007; Kim ve ark., 2011; Hafeez, ve ark., 2015; Hussain ve ark., 2016; Horita ve Hatta, 2016; Punja ve ark., 2016; Alam ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2018; Kahn ve ark., 2019).

Türkiye’de şimdiye kadar *G. candidum*’un sebep olduğu ekşi çürüklük hastalığı havuç meyvelerinde bildirilmiştir (Tülek ve Dolar, 2011; Tozlu, 2016). Yapılan kapsamlı literatür araştırmasında (Farr ve Rossman, 2020), Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan patates yumrularında lastik çürüklüğü hastalığından sorumlu fungal hastalık etmeni olduğu ilk kez bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Fungal etmenin patates bitkisinde hastalığa neden olduğu bugüne kadar sadece Papua Yeni Guinea (Shaw, 1984) ve Güney Kore (Kim ve ark., 2011) ülkelerinde bildirilmiştir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, bazı ülkelerde patates bitkilerinde hastalığa neden olduğu bildirilen *G. candidum*’un Türkiye’de varlığı bazı sebzelerde ekşi çürüklük hastalığına neden olduğu bildirilmiş olmakla birlikte, patates yumrularında sebep olduğu lastik çürüklük hastalığı ilk kez bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Etmenin geniş bir konukçu dizisinin bulunması, güçlü patojenitesi ve çeşitli ürünlerde hastalığın ortaya çıkması, patates üretiminde ciddi bir tehdit

oluşturabileceğini ortaya koymaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Osman TOKETTİ’nin yüksek lisans çalışmasının bir kısmını kapsamakta olup, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje Numarası: MKU BAP-18.YL.081).

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Aktan ZC, Soylu S 2020. Diyarbakır İlinde Yetişen Badem Ağaçlarından Endofit ve Epifit Bakteri Türlerinin İzolasyonu ve Bitki Gelişimini Teşvik Eden Mekanizmalarının Karakterizasyonu. KSU Tarım ve Doğa Dergisi 23 (3): 641-654.
- Alam MW, Rehman A, Malik AU, Iqbal Z, Amin M, Ali S, Hameed A, Sarfraz S 2017. First Report of *Geotrichum candidum* Causing Postharvest Sour Rot of Peach in Punjab, Pakistan. Plant Disease 101(8): 1543-1544.
- Anonim 2017. TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 21.02.2020)
- Anonymous, 2017. FAOSTAT, World Production Quantities of Crops <http://www.fao.org> (Erişim tarihi: 21.02.2020).
- Aydın M.H, Pala F, Kaplan C 2016. Potato Tuber Sprout Rot Caused by *Fusarium sambucinum* in Turkey. Scientific Papers - Series A Agronomy 59: 189-193.
- Boratyn GM, Camacho C, Cooper PS, Coulouris G, Fong A, Ma N, Madden TL, Matten WT, McGinnis SD, Merezhuk Y, Raytselis Y, Sayers EW, Tao T, Ye J, Zaretskaya I 2013. BLAST: A More Efficient Report with Usability Improvements. Nucleic Acids Research 41: 29-33.
- Bozkurt İA, Soylu S, Kara M, Soylu EM 2020. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils Isolated from Medicinal Plants against Gall Forming Plant Pathogenic Bacterial Disease Agents. KSU Tarım ve Doğa Dergisi 23 (6): 1474-1482.
- Çakır E 2005. First Report of Potato Wart Disease in Turkey. Plant Pathology 54: 584.
- Çakır E, Demirci F 2012. First Report of *Phytophthora cryptogea* on Potato Tubers in Turkey. Plant Disease 96: 1224-1225.



- Çakır E, Karahan A, Kurbetli İ 2019. Involvement of *Colletotrichum coccodes* Causing Atypical Symptoms of Potato Tubers in Turkey. *Journal of Plant Diseases and Protection* 126: 173–176.
- Carolis ED, Posteraro B, Lass-Flo C, Vella A, Florio AR, Torelli R, Girmenia C, Colozza C, Tortorano AM, Sanguinetti M, Fadda G 2012. Species Identification of *Aspergillus*, *Fusarium* and *Mucorales* with Direct Surface Analysis by Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry. *Clinical Microbiology and Infection* 18: 475–484.
- Chalupová J, Raus M, Sedlářová M, Šebela M 2014. Identification of Fungal Microorganisms by MALDI-TOF Mass Spectrometry. *Biotechnology Advances* 32: 230–241.
- De Hoog GS, Smith MT, Gueho E 1986. A Revision of the Genus *Geotrichum* and Its Teleomorphs. *Studies in Mycology* 29: 1-131.
- Eken C, Demirci E, Şahin F 2000. Pathogenicity of the Fungi Determined on Tubers from Potato Storages in Erzurum. *Journal of Turkish Phytopathology* 29: 61-69.
- Ezekiel R, Singh N, Sharma S, Kaur A 2013. Beneficial Phytochemicals in Potato – A Review. *Food Research International* 50: 487–496.
- Farr DF, Rossman AY 2020. Fungal Databases. Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, USDA ARS. Retrieved from <http://nt.ars-grin.gov/fungalatabases/> (Erişim Tarihi: 21.02.2020)
- Gore ME, Senkal BC, Berk SK, Onaran H, Altın N, Ay E, Tuna S, Zencirci N 2015. Recovery of *Verticillium dahliae* from Commercially Available Potato Seed Lots Planted in Turkey and Characterization of Isolates by Vegetative Compatibility and Aggressiveness. *Phytoparasitica* 43: 241-251.
- Hafeez R, Akhtar N, Shoaib A, Bashir U, Haidar MS, Awan ZA 2015. First Report of *Geotrichum candidum* from Pakistan Causing Postharvest Sour Rot in Loquat (*Eriobotrya japonica*). *The Journal of Animal & Plant Sciences* 25(6): 1737-1740.
- Hameed A, Alam MW, Rehman A, Naveed K, Atiq M, Rajput NA, Sarfraz S, Liaqat N, Tahir FA 2019. First Report of *Geotrichum candidum* Causing Postharvest Sour Rot of Carrot in Punjab, Pakistan. *Journal of Plant Pathology* 101(3): 763.
- Horita H, Hatta Y 2016. Sour Rot of Carrot Caused by *Geotrichum candidum* in Japan. *Journal of General Plant Pathology* 82: 65-68.
- Hussain M, Hamid MI, Ghazanfar MU, Akhtar N, Raza M 2016. First Report of Fruit Rot of Strawberry Caused by *Geotrichum candidum* in Pakistan. *Plant Disease* 100(9): 1948-1949.
- Kahn MFR, Haque ME, Brueggeman R, Zhong S, Bhuiyan MZR, Poudel RS, Gross T, Hakk P, Liu Y, 2019. First Report of *Geotrichum candidum* Causing Postharvest Rot of Sugar Beet (*Beta vulgaris*) Roots in Minnesota and North Dakota. *Plant Disease* 103(12): 3278.
- Kara M, Uysal A, Soylu S, Kurt Ş, Soylu, EM 2017. Identification of Plant-Associated Microorganisms Employing MALDI TOF Mass Spectrometry as a Rapid Detection Technique. *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF)*, 15-17 May, 2017. Nevşehir, p. 1111.
- Kara M, Soylu EM 2020. Assessment of Glucosinolate-Derived Isothiocyanates as Potential Natural Antifungal Compounds Against Citrus Sour Rot Disease Agent *Geotrichum citri-aurantii*. *Journal of Phytopathology* 168(5): 279-289.
- Kim YK, Kim TS, Shim HS, Park KS, Yeh WH, Hong SJ, Shim CK, Kim JS, Park JH, Han EJ, Lee MH, Jee HJ 2011. First Report of Sour Rot on Post-Harvest Oriental Melon, Tomato, Cucumber, Potato, Pumpkin and Carrot Caused by *Geotrichum candidum*. *Research in Plant Disease* 17(2): 232-234.
- Koike ST, Gladders P, Paulus, AO 2007. *Vegetable Diseases: A Colour Handbook*. Manson Publishing, London, pp. 95-115.
- Kumar S, Stecher G, Tamura K 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Molecular Evolutionary Genetics Analysis* 33(7): 1870–1874.
- Kurt Ş, Uysal A, Kara M, Soylu S, Soylu EM 2017. Natural Infection of Potato by *Sclerotinia sclerotiorum* Causing Stem Rot Disease in Turkey. *Australasian Plant Disease Notes* 12: 39.
- Ozer G, Bayraktar H, Tsrör L, Yaman T, Kabakci H, Gore ME 2018. Vegetative Compatibility Groups in *Colletotrichum coccodes* from Turkey and Their Aggressiveness to Potato. *Plant Pathology* 67: 1735-1739.
- Pulcrano G, Roscetto E, Iula VD, Panellis D, Rossano F, Catania MR 2012. MALDI-TOF Mass Spectrometry and Microsatellite Markers to Evaluate *Candida parapsilosis* Transmission In Neonatal Intensive Care Units. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases* 31: 2919–2928.
- Punja ZK, Rodriguez G, Tirajoh A, Formby S 2016. Role of Fruit Surface Mycoflora, Wounding and Storage Conditions on Post-Harvest Disease Development on Greenhouse Tomatoes. *Canadian Journal of Plant Pathology* 38(4): 448-459.
- Shaw DE 1984. Microorganisms in Papua New Guinea. *Research Bulletin of the Department of Primary Industries Port Moresby* 33: 1-344. (6277)
- Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş 2020. Sebzelelerde Sorun Olan Önemli Bitki Fungal Hastalık Etmenlerine Karşı Vermikomposttan İzole Edilen Mikroorganizmaların *in vitro* Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi. *KSU Tarım ve Doğa Dergisi* 23(1): 7-18.

- Tozlu E 2016. Bazı Bakteriyel Biyokontrol Ajanlar ile Havuç Acı Çürüklük Hastalığı (*Geotrichum candidum* Link)'nın Biyolojik Mücadelesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 47 (1): 1-9.
- Tülek S, Dolar FS, 2011. Havuçlarda Görülen Depo Hastalıkları ve Yönetimi. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 28(2): 187-198.
- Watanabe T 2010. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species, 3rd Ed. CRC Press, Boca Raton, FL. 426 pp.
- White TJ, Bruns T, Lee S, Taylor J 1990. Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes for Phylogenetics. In: PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ (eds). Academic Press, San Diego, pp. 315-322.
- Yanar Y, Yılmaz G, Cesmeli I, Coskun S 2005. Characterization of *Rhizoctonia solani* Isolates from Potatoes in Turkey and Screening Potato Cultivars for Resistance to AG-3 Isolates. Phytoparasitica 33: 370-376.
- Zhang H, Xu F, Hu HH, Dai XF 2017. Progress of Potato Staple Food Research and Industry Development in China. Journal of Integrative Agriculture 16(12): 2924-2932.
- Zhang L, Li YH, Zhang XM, Zhang QH, Xian HQ 2018. First Report of Sour Rot Caused by *Geotrichum candidum* on *Mori fructus* in China. Plant Disease 102(12): 2640-2641.

## Sakarya İli Fındık Bahçelerinde Fındık Yeşil Kokarcası (*Palomena prasina* L.) ve Fındık Kurdu (*Curculio nucum* L.)'nin Popülasyon Gelişimleri

Semra ATEŞ<sup>1</sup>, Gülay KAÇAR<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Bolu  
<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2111-0471>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9800-8286>

✉: [gulaysahan@ibu.edu.tr](mailto:gulaysahan@ibu.edu.tr)

### ÖZET

Fındık yeşil kokarcası *Palomena prasina* L. (Hemiptera: Pentatomidae) ve Fındık kurdu *Curculio nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae) fındık bahçelerinin ana zararlılarıdır. Bu iki zararlı tür fındığın meyvelerinde beslenerek önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu çalışma Batı Karadeniz Bölgesi'nde Sakarya ilinde 2017-2018 yıllarında ilaçlı mücadele yapılan dört fındık bahçesinde Fındık yeşil kokarcası ve Fındık kurdu'nun popülasyon yoğunluklarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Zararlı türlerin örneklemeleri iki yıl süresince vejetasyon boyunca her hafta periyodik olarak yapılmıştır. Her bahçeden 10 ocak<sup>-1</sup> seçilmiş ve ocakların altına serilen 2x2 m'lik beyaz renkli çarşaflara düşen zararlılar kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda; Sakarya ilinde, Fındık yeşil kokarcası erginleri ve nimfleri ilk yıl 30 Nisan- 24 Eylül tarihleri arasında belirlenmiştir. İkinci yılda ise Fındık yeşil kokarcası nimfleri ilk kez 6 Mayıs'ta, ilk erginler ise 22 Nisan tarihinde tespit edilmiştir. Fındık kurdu erginleri 2017 yılında fındık bahçelerinde 16 Nisan ile 11 Haziran tarihleri arasında belirlenmiş olmasına rağmen, 2018 yılında Fındık kurdu bahçelerde bulunamamıştır.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 01.06.2020

Kabul Tarihi : 17.07.2020

### Anahtar Kelimeler

*Curculio nucum*,  
*Palomena prasina*,  
Popülasyon dalgalanması  
Sakarya

## Population Dynamics of Green Shield Bug (*Palomena prasina* L.) and Nut Weevil (*Curculio nucum* L.) in Sakarya Province of Turkey

### ABSTRACT

The green shield bug, *Palomena prasina* L. (Hemiptera: Pentatomidae) and Nut weevil, *Curculio nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae) are the main pests of hazelnut orchards. Two pests feed on the hazelnut fruits and cause significant economic yield losses. This study was carried out in order to determine the population dynamic of the Green shield bug and Nut weevil in conventional four orchards in the Sakarya province of Western Black Sea Region between 2017 and 2018. The sampling of pest species was periodically carried out every week during the vegetation period for two years. The fallen pests on 2x2 m white sheets placed under these trees were collected from randomly chosen the 10 "ocak<sup>-1</sup>" ("ocak", which is grown together with many hazelnut trees in Turkey) for each orchard. According to the result of study, Green shield bug adults and nymphs were determined in the first year of the study in Sakarya from April 30 to September 24. In second year, Green shield bugs nymphs were firstly determined in May 6, while adults were observed in April 22. The nut weevil adults were determined in hazelnut orchards between April 16 and June 11 in 2017, but no found in 2018.

### Research Article

### Article History

Received : 01.06.2020

Accepted : 17.07.2020

### Keywords

*Curculio nucum*,  
*Palomena prasina*,  
Population dynamics,  
Sakarya

**Atıf İçin:** Ateş S, Kaçar G 2021. Sakarya İli Fındık Bahçelerinde Fındık Yeşil Kokarcası (*Palomena Prasina* L.) Ve Fındık Kurdu (*Curculio Nucum* L.)'nin Popülasyon Gelişimleri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 362-371. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.746253>

**To Cite:** Ateş S, Kaçar G 2021. Population dynamics of Green shield bug (*Palomena prasina* L.) and Nut weevil (*Curculio nucum* L.) in Sakarya province of Turkey. KSU J. Agric Nat 24 (2): 362-371. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.746253>

## GİRİŞ

Dünya üzerinde sınırlı alanlarda yetiştirilmekte olan fındık (*Corylus avellana* L.) kendine özgü iklim isteklerine sahip bir bitki türüdür. Fındık yıllık ortalama sıcaklığın 13-16 °C olduğu alanlarda, en uygun gelişme göstermektedir. Ayrıca, bu alanlarda en düşük sıcaklığın -8 ile -10 °C'yi, en yüksek sıcaklığın 36-37 °C'yi geçmemesi, yıllık yağış toplamının 700 mm'nin üstünde olması ve haziran-temmuz aylarındaki oransal nemin %60'ın altına düşmemesi gerekmektedir (Ustaoğlu, 2012). Türkiye'nin uygun ekolojik koşulları nedeniyle binlerce yıldan beri fındık, geniş bir alana yayılma göstermiştir (Ayfer ve ark., 1986; Yılmaz, 2009). Türkiye 776 bin ton üretimle, Dünya fındık üretiminde ilk sırada yer almakta ve üretimin %58'ni karşılamaktadır (FAO, 2020). Türkiye genelinde en önemli fındık yetiştirilen alanlar Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Ordu, Giresun ve Samsun, Batı Karadeniz Bölgesi'nde ise Sakarya ve Düzce illerinde yer almaktadır (TÜİK, 2020).

Türkiye fındık bahçelerinde yapılan fauna çalışmalarında 150'den fazla böcek ve akar türü belirlenmiştir. Bunlardan 120 böcek ve 2 akar türün fındık faunasına ait olmakla birlikte, 44 böcek ve 2 akar türün fındıklarda zararlı ve 13 böcek türünün de faydalı olduğu kaydedilmiştir (Işık ve ark., 1987). Bu türlerden Fındık yeşil kokarcası veya Fındık kokarcası adı verilen *Palomena prasina* L. (Hemiptera: Pentatomidae) ve Fındık kurdu, *Curculio nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en önemli ana zararlılar olarak bildirilmiştir. İki zararlı tür erken dönemde fındık meyvelerinde sarı karamuk, kara karamuk zararı meydana getirirken, ayrıca Fındık kurdu geç dönemde de içli kurt zararına sebep olarak meyvelerin kalite ve kantitesinin bozulması sonucu ciddi miktarda ürün kaybına yol açtıkları bildirilmiştir (Ural, 1957; Kurt, 1975; Lodos, 1986; Işık et al., 1987; Tuncer ve ark., 2002; Akça, 2003; Tavella ve ark., 2001; Tuncer ve ark., 2005; Akça ve Tuncer, 2009; Saruhan ve Tuncer, 2009; Saruhan ve Şen, 2012). İtalya'da *P. prasina*'nın meydana getirdiği lekeli iç zararı %1.3-4.0 olduğu belirlenmiştir (Tavella ve ark., 2001). Samsun'da Fındık kokarcası'nın fındık meyvelerinde %1.9-22 arasında verim kaybına neden olduğunu bildirmişlerdir (Kiper ve Yüçetin, 1971; Kurt, 1975; Tuncer ve ark., 2005). Ayrıca sınırlı bir alanda Samsun ilinde *P. prasina*'nın popülasyon takibi yapılmıştır (Kiper ve Yüçetin, 1971; Tuncer ve ark., 2005; Saruhan ve Tuncer, 2009; Tuncer ve ark., 2009). Fındık kurdu zararının İtalya'da %2.6-52 ve %0.6-%24 arasında değiştiği bildirilmiştir (Guidone ve ark., 2007; Valentini ve ark., 2015). Türkiye'de de Fındık kurdu ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır (Işık ve ark., 1987; Ecevit ve ark., 1995; 1999, Toros ve Hancıoğlu, 1997; Tuncer, 1995; Tuncer ve Ecevit, 1996; 1997; Sezen ve ark., 1999; Saruhan ve Tuncer, 2001; Tuncer ve ark., 2002; Akça, 2003; Akça ve Tuncer, 2005). Samsun'da

kafes denemeleri sonucunda Fındık kurdu zararı nedeniyle larvalı ve delikli meyve oranının Çakıldak çeşidinde %12.6, Palaz'da %5.9 ve Yağlı'da ise %0.4 olarak belirlemiştir (Akça, 2003). Düzce ilinde depolardan alınan fındıklarda %0.67-5.33 zarar belirlemişlerdir (Karabörklü ve Altın, 2018). Fındık kurdu popülasyon takibi ile ilgili Samsun ili fındık alanlarında yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır (Akça, 2003; Akça ve Tuncer, 2005).

Marmara ve Batı Karadeniz bölgelerinde fındık zararlılarıyla ilgili çok az sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, fındık bahçelerinde meyvelerle beslenerek ürün ve kalitede zarara neden olan Fındık yeşil kokarcası ve Fındık kurdu'nun Sakarya ilinde popülasyon gelişimleri belirlenmiştir. Ayrıca Fındık kokarcası'nın beslendiği yabancı konukçular tespit edilmiştir. Böylelikle zararlıların yıl boyunca fındık bahçelerinde ne zaman görülmeye başlandığı, en yüksek sayıya ne zaman ulaştığı, kaç döl verdiği, ne zaman kışlamaya başladığı, ara konukçuları tespit edilmiş ve zararlılarla mücadele esas kriterler belirlenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Bahçe ile İlgili Bilgiler

Bu çalışma Fındık yeşil kokarcası ve Fındık kurdu'nun popülasyon gelişimlerini belirlemek amacıyla Sakarya ilinde fındık bahçelerinde yürütülmüştür. Ayrıca Fındık yeşil kokarcası'nın yabancı ot konukçuları da belirlenmiştir. Bu amaçla Sakarya ilinin Serdivan ilçesi, Beşevler Köyü'nde bulunan dört farklı fındık bahçesi (Köyaltı, Nalbant Köprüsü-1, Nalbant Köprüsü-2 ve Nalbant Köprüsü-3) belirlenmiştir. Çalışmalar, fındık vejetasyon süresi boyunca, 2017-2018 yılları arasında nisan ayı başından ekim ayı sonuna kadar düzenli olarak haftada bir kez yapılmıştır. Bahçelerin özellikleri ve yapılan uygulamalar ayrı ayrı verilmiştir. Köyaltı mevkiinde bulunan bahçe 54 da olup güney doğu yönünde; çoğunlukla Sarı yağlı fındık çeşidiyle tesis edilmiştir. Bu bahçe 25 yaşında, toplam 3.240 ocaktan oluşmakta, dikim mesafesi 4x4 m olarak tesis edilmiştir. Nalbant Köprüsü-1 de bulunan 20 yaşındaki fındık bahçesi 6 da olup güney yönünde kurulmuştur. Bu bahçe, çoğunluğu Sivri fındık çeşidinden oluşan toplam 360 ocak da 4x4 m dikim mesafesinde tesis edilmiştir. Nalbant Köprüsü-2 bahçesi, 10 da olup güney yönünde tesis edilmiştir. Bu bahçe 20 yaşında olup, çoğunluğu Sarı yağlı fındık çeşidinden oluşan toplam 600 adet ocak bulunmakta ve dikim mesafesi 4x4 olarak tesis edilmiştir. Nalbant Köprüsü-3 fındık bahçesi ise 15 yaşında Sarı yağlı fındık çeşidinden oluşan, güney yönünde tesis edilmiş 14 da dikim mesafesi 4x4 m olan toplam 840 adet ocaktan oluşmaktadır. Bahçelere iki yıl boyunca ocak ayında "18-16-15+3CaO+2MgO+B+Zn" içerikli gübre (Süper



Çotanak) ve mayıs ayında da Kalsiyum Amonyum Nitrat (CAN %26) uygulanmıştır. Bahçelere ilk yıl 11 Haziran'da ve ikinci yıl 25 Haziran da Fındık kurdu için %50 Methiocarb etkili insektisit uygulanmıştır. Ayrıca 200 g/l Fluopyram + 200 g/l Tebuconazole etkili fungusit ile ilaçlama yapılmıştır.

## Yöntem

### Fındık Yeşil Kokarcası ve Fındık Kurdu'nun Popülasyon Takibi

Fındık yeşil kokarcası ve Fındık kurdu'nun popülasyon takibi için her bahçeden rastgele seçilen 10 fındık ocağında örneklemeler yapılmıştır. Her bahçede bulunan bir ocakta ortalama 15-20 arasında gövde bulunmaktadır. Örneklemelerde her ocak altına 2x2 m'lik beyaz renkli çarşaf serilerek, ocakta bulunan bütün dallar silkelenmiştir. Çarşafa düşen Fındık yeşil kokarcası ve Fındık kurdu'nun ergin ve nimf dönemleri sayılarak kaydedilmiştir. Bu işlem sabah erken, akşam üzeri veya bulutlu, sakin rüzgârsız ve yağışsız zamanlarda yapılmıştır (Akça ve Tuncer, 2005; Saruhan ve Tuncer, 2009; Anonim, 2011).

Ayrıca, arazi çıkışlarında bahçe içindeki ve etrafındaki yabancı otlar kontrol edilerek Fındık yeşil kokarcası'nın yumurta, nimf ve ergin dönemleri belirlenmiştir. Bahçeyi temsil edecek şekilde tesadüf

olarak 10 noktada 0.5 m<sup>2</sup> alandaki tüm yabancı otlar kontrol edilmiş, Fındık yeşil kokarcası'nın yaşam dönemleri kaydedilmiştir. Burada amaç; sadece Fındık yeşil kokarcası'nın beslendiği yabancı otların belirlenmesi olup, yabancı otlarda popülasyon takibi yapılmamıştır.

Bu işlemler yapılırken, fındığın fenolojik dönemleri izlenmiş ve kaydedilmiştir. Çalışmalar iki yıl boyunca gerçekleştirilmiştir. Fındık bahçelerinde erkek çiçekler kasım ayı ortasında başlayıp ocak ayı sonuna kadar sürmüştür. Erkek çiçeklerin görülmesi ve polen salımı ocak ayı sonunda başlayıp mart ayı ortasına kadar devam etmiştir. Bitkilerde ilk tomurcukların kabarması şubat başı-mart ayı sonuna kadar, tomurcukların patlaması şubat-mart ayları arasında, yaprakların açılması şubat sonu- mart sonu arasında meydana gelmiştir. Çotanaklar nisan ortasında belirginleşmeye başlamış, nisan-mayıs aylarında mercimek büyüklüğüne ve temmuz sonu ağustos başında normal büyüklüklerine ulaşmışlardır (Çizelge1 ve Şekil 1).

Ayrıca meteorolojik veriler (sıcaklık, nem, yağış) en yakın meteorolojik istasyondan alınmıştır. Bu veriler sıcaklık ve nem pentat olarak, yağış ise aylık olarak verilmiştir.

Çizelge 1. Fındık bitkisinin fenolojik dönemleri (Anonim, 2011)

Table 1. Phenological periods of hazelnut plant

Fenolojik dönemleri (Phenological periods)	No
Dişi çiçeklerin açılması, erkek çiçeklerin uzamaya başlaması	1
Erkek çiçeklerin fenerlenmesi ve polen salımı	2
Tomurcukların kabarması	3
Tomurcukların patlaması	4
Yaprakların açılması	5
Tam yaprak açımı, sürgün uzaması ve çotanakların belirginleşmesi	6
Meyve mercimek büyüklüğünde	7
Meyve nohut büyüklüğünde	8
Meyve normal büyüklükte	9



Şekil 1. Fındığın fenolojik dönemleri (Foto: S. ATEŞ)

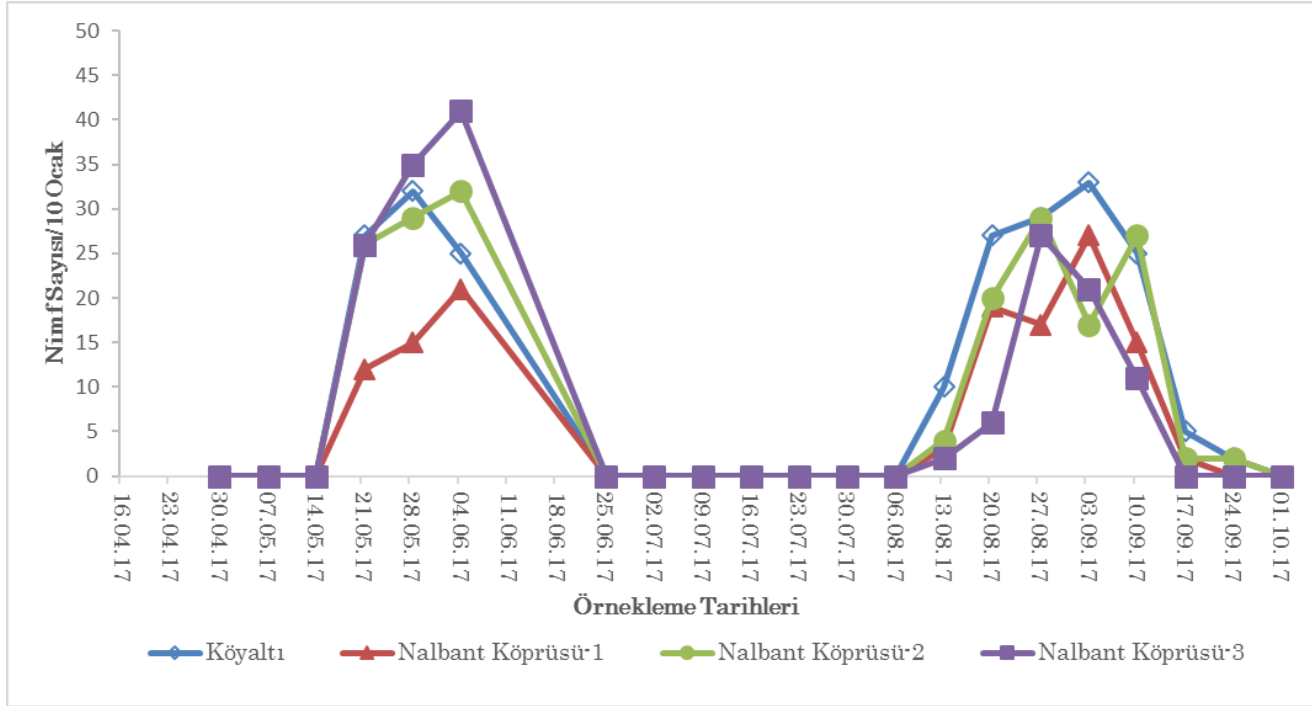
Figure1. Phenological periods of hazelnut plant (Photo by S. ATEŞ)

## SONUÇLAR

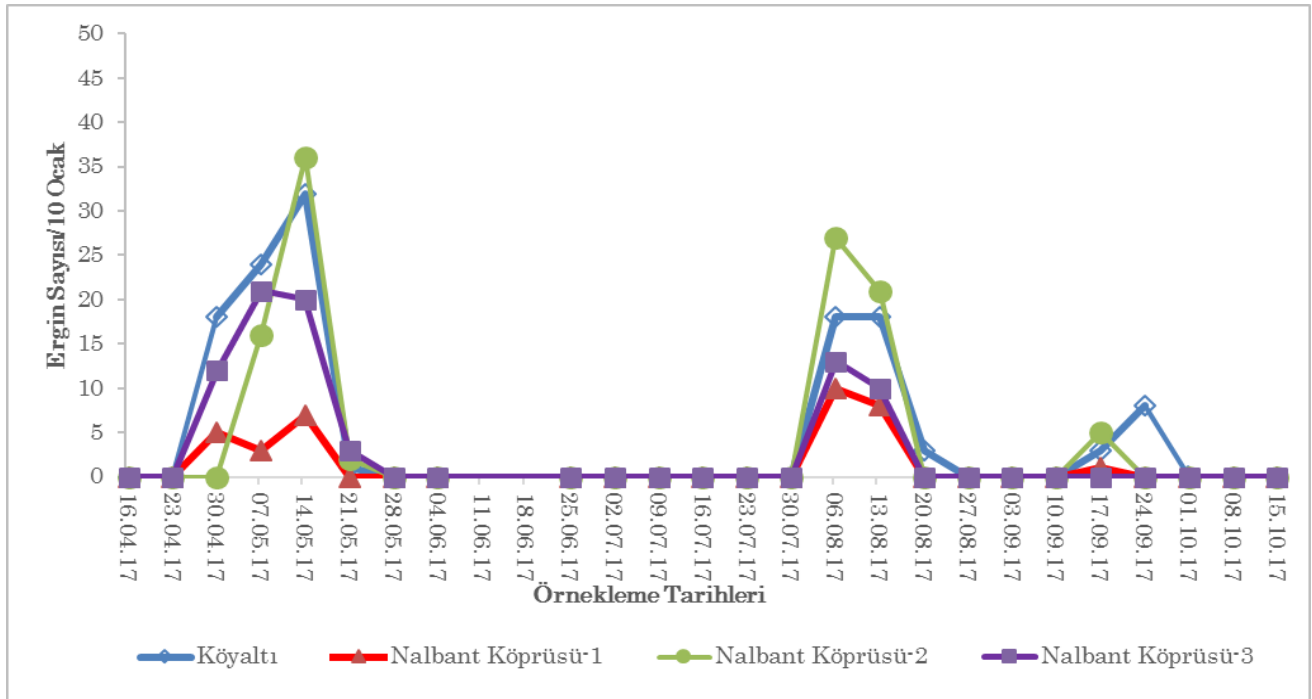
### Fındık Yeşil Kokarcası'nın Popülasyon Takibi

Fındık yeşil kokarcası'nın 2017 yılında vejetasyon süresinde popülasyon değişimi Şekil 2 ve 3'de, iklim verileri ise Şekil 4'de verilmiştir. Çalışmanın ilk yılı Fındık yeşil kokarcası ilk erginleri çotanakların

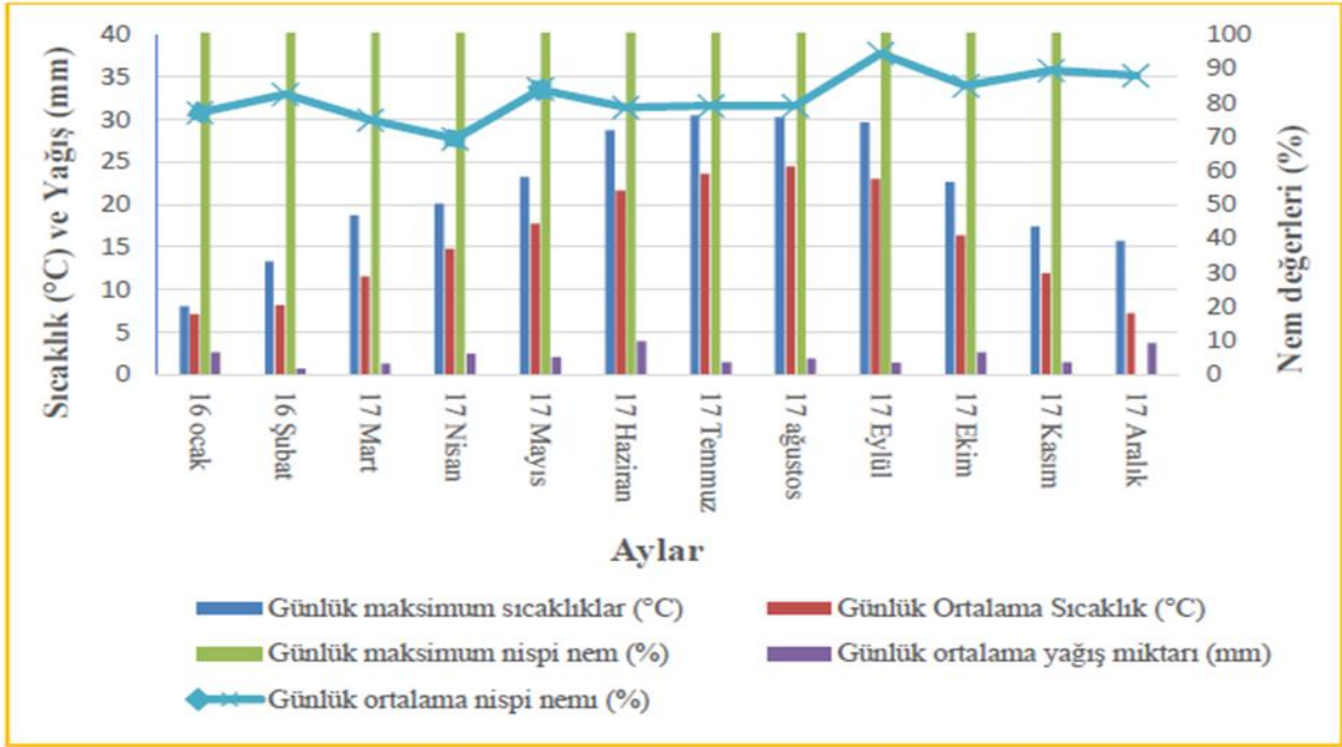
mercimek büyüklüğünde olduğu nisan sonu-mayıs ayı başında tespit edilmiştir. En yüksek ergin yoğunluğu ise genel olarak çotanakların mercimek büyüklüğünde olduğu mayıs ayının ilk yarısında (ortalama pentat 15 °C, %86 nem) belirlenmiştir.



Şekil 2. Popülasyon takibi yapılan bahçelerde 2017 yılında tespit edilen Fındık yeşil kokarcası nimf sayıları  
Figure 2. The numbers of Green shield bug nymphs detected in the orchards where were carried out the population dynamic in 2017



Şekil 3. Popülasyon takibi yapılan bahçelerde 2017 yılında tespit edilen Fındık yeşil kokarcası ergin sayıları,  
Figure 3. The numbers of Green shield bug adult detected in the orchards where were carried out the population dynamic in 2017



Şekil 4. Sakarya ili 2017 yılı iklim verileri  
Figure 4. Climate data of Sakarya province in 2017

Zararlının nimfleri ise ilk olarak çotanakların nohut büyüklüğünde olduğu mayıs ayının son haftasında (ortalama pentat 17 °C, %91 nem), en yüksek nimf yoğunluğunun da 41 nimf/10 ocak<sup>-1</sup> bu dönemde görüldüğü belirlenmiştir. Popülasyon takibi yapılan dört bahçede genel olarak Fındık kokarcası'nın nimf ve erginleri eylül ayı sonundan itibaren bulunamamıştır.

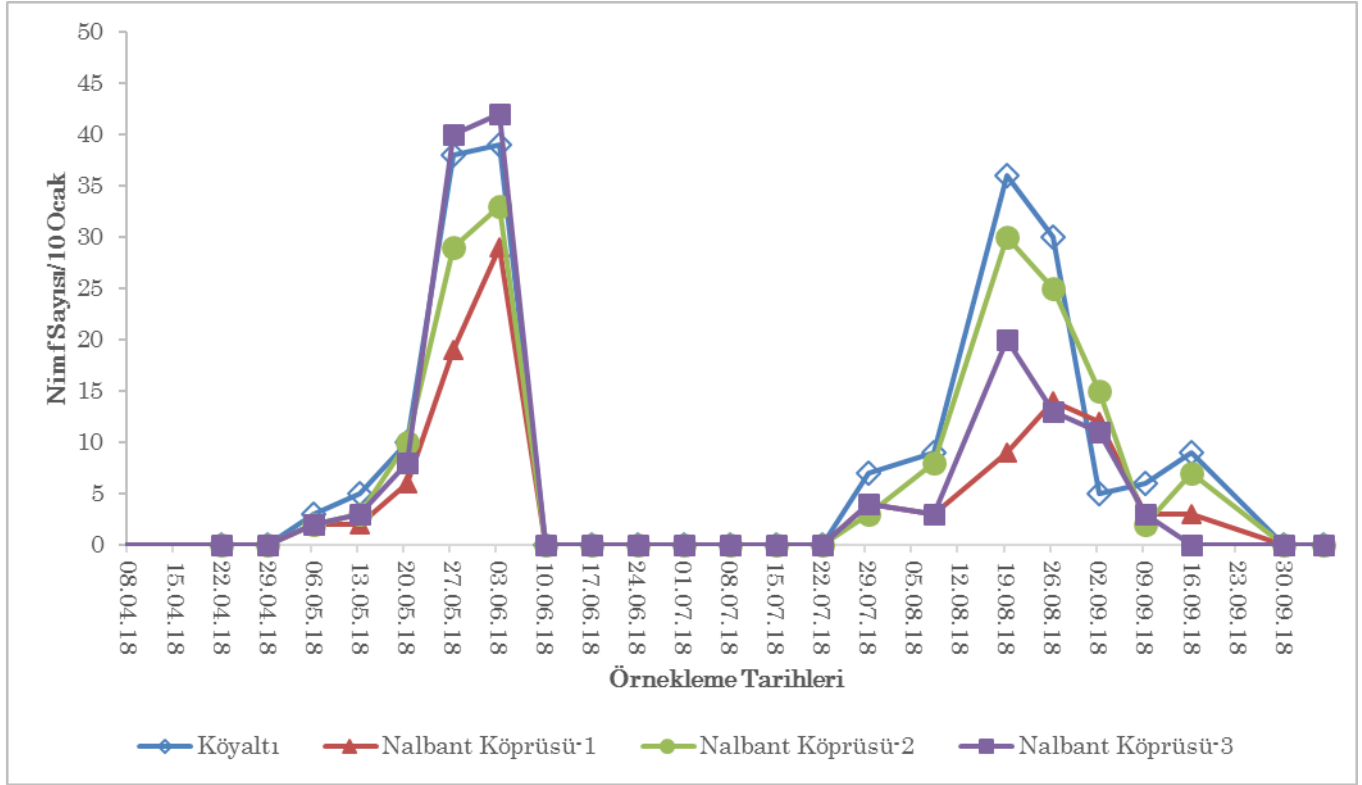
Fındık yeşil kokarcası'nın 2018 yılı vejetasyon süresinde popülasyon değişimi Şekil 5 ve 6'da, iklim verileri ise Şekil 7'de verilmiştir. İkinci yılda Fındık yeşil kokarcası ilk erginleri çotanakların mercimek büyüklüğünde olduğu nisan ayının ikinci yarısında tespit edilmiştir. En yüksek ergin yoğunluğu ise çotanakların nohut büyüklüğünde olduğu mayıs ayının ikinci yarısında (ortalama pentat 26 °C, %82 nem) ve ağustos ayının başında (ortalama pentat 32 °C, %82 nem) belirlenmiştir. Zararlının nimfleri ise ilk olarak çotanakların mercimek büyüklüğünde olduğu mayıs ayının ilk haftasında (ortalama pentat 22 °C, %89 nem), en yüksek nimf yoğunluğu ise 42 nimf/10 ocak<sup>-1</sup> ile çotanakların nohut büyüklüğünü aldığı dönem olan haziran ayının ilk haftasında (ortalama pentat 27 °C, %72 nem) belirlenmiştir. Popülasyon takibi yapılan dört bahçede Fındık kokarcası'nın nimf ve erginleri genel olarak eylül ayı sonundan itibaren bulunamamıştır.

Fındık bahçelerinde bulunan yabancı otlar üzerinde yapılan örneklemelerde; Fındık yeşil kokarcası'nın farklı dönemleri belirlenmiştir. Yabancı otlar üzerinde yapılan kontrollerde Fındık kokarcası'nın; böğürtlende 1. dönem nimf, Kazayağı'nda 2. dönem nimf, Şekerci

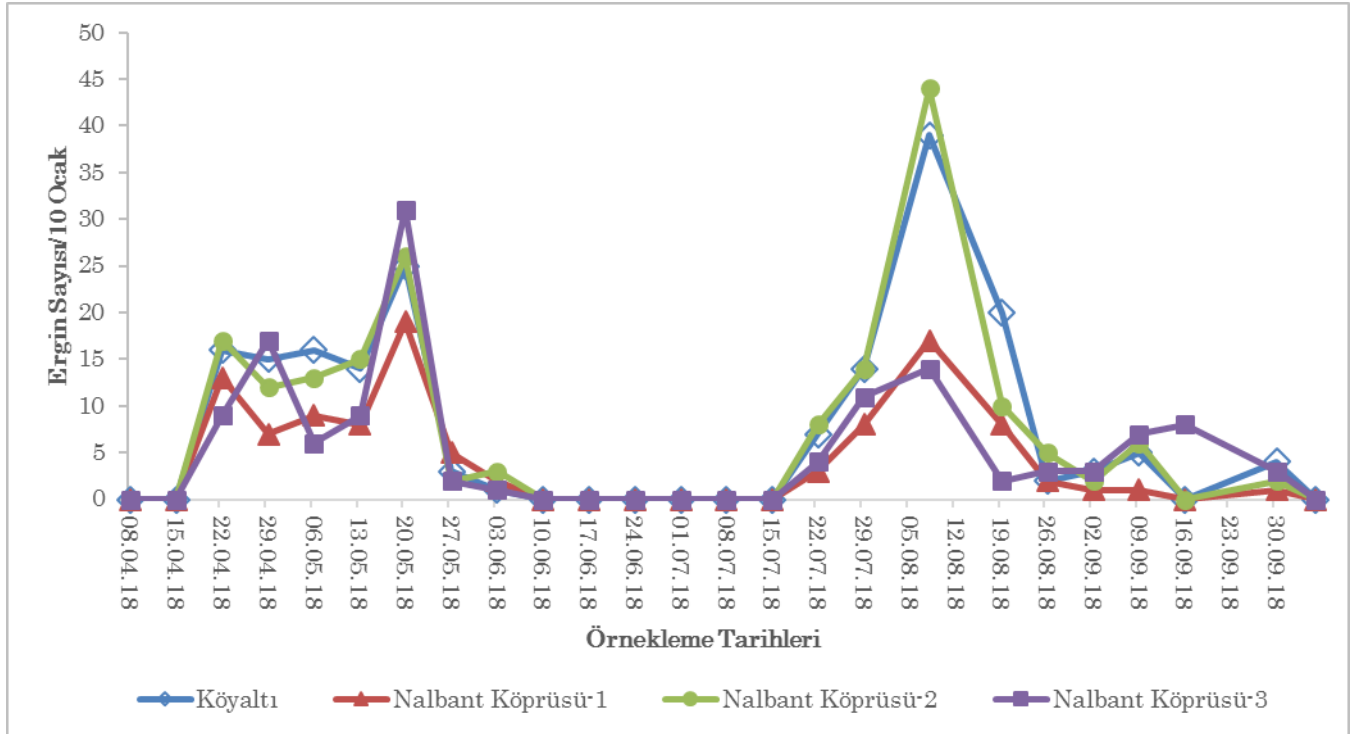
Boyası'nda 1. dönem nimf, Tarla sarmaşığı'nda 1. dönem nimf, Sınır otu'nda 4. dönem nimf, Ebegümece'nde ergin, Çoban çantası'nda ergin, Isırgan'da 1. dönem nimf, Efelek'te ergin ve Yabani hardal'da ergin dönemleri belirlenmiştir (Şekil 8).

#### Fındık Kurdu'nun Popülasyon Takibi

Çalışma sonucunda 2017 yılında; Serdivan ilçesinde Köyaltı'nda en düşük Fındık kurdu ergin sayısı 2 adet 10 ocak<sup>-1</sup> ile çotanakların belirgin olduğu 16 Nisan tarihinde (pentat 15 °C, %78 nem) tespit edilmiştir. En yüksek Fındık kurdu sayısı çotanakların nohut büyüklüğünde olduğu dönemde 28 Mayıs tarihinde (pentat 16 °C, %92 nem) 3.5 adet 10 ocak<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bu bahçede çotanakların nohut büyüklüğünde olduğu 11 Haziran tarihinde (pentat 21 °C, %71 nem) ilaçlama yapılmış ve bu tarihten sonraki sayımlarda Fındık kurdu'na bulunamamıştır. Nalbant Köprüsü-1'de bulunan bahçede en düşük Fındık kurdu sayısı çotanakların belirginleştiği nisan ayında ile mayıs ayı başında ortalama 1 adet/ 10 ocak<sup>-1</sup> olarak bulunurken, en yüksek 3 adet/10 ocak<sup>-1</sup> olarak çotanakların nohut büyüklüğüne ulaştığı mayıs ayı sonu haziran ayı başında belirlenmiştir. Bu bahçede çotanakların nohut büyüklüğünde olduğu 11 Haziran tarihinde (pentat 21 °C, %71 nem) ilaçlama yapılmış ve bu tarihten sonra Fındık kurdu tespit edilmemiştir. Nalbant Köprüsü-2'de bulunan bahçede en düşük Fındık kurdu sayısı çotanakların belirginleştiği nisan ayında ortalama 3 adet/10 ocak<sup>-1</sup> olarak tespit edilirken, en yüksek Fındık kurdu sayısı ise 4 adet/10

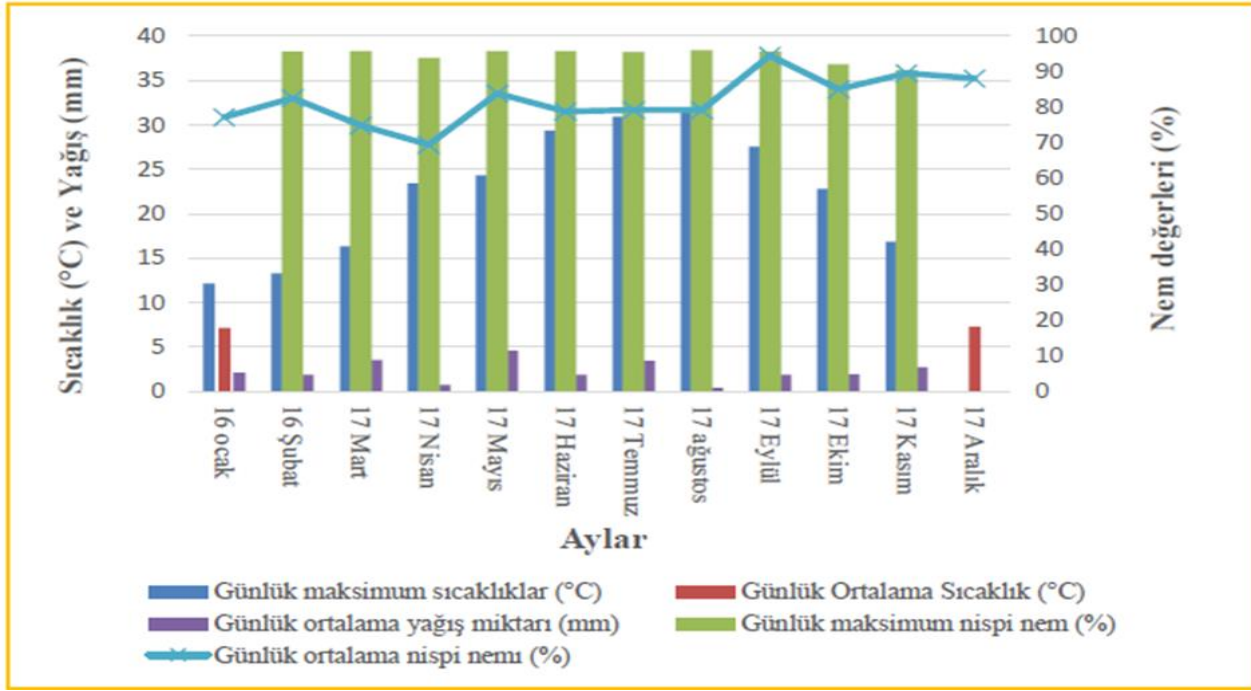


Şekil 5. Popülasyon takibi yapılan bahçelerde 2018 yılında tespit edilen Fındık yeşil kokarçası nimf sayıları  
Figure 5. The numbers of Green shield bug nymphs detected in the orchards where were carried out the population dynamic in 2018



Şekil 6. Popülasyon takibi yapılan bahçelerde 2018 yılında tespit edilen Fındık yeşil kokarçası ergin sayıları  
Figure 6. The numbers of adult Green shield bug detected in the orchards where were carried out the population dynamic in 2018





Şekil 7. Sakarya ili 2018 yılı iklim verileri  
Figure 7. Climate data of Sakarya province in 2018

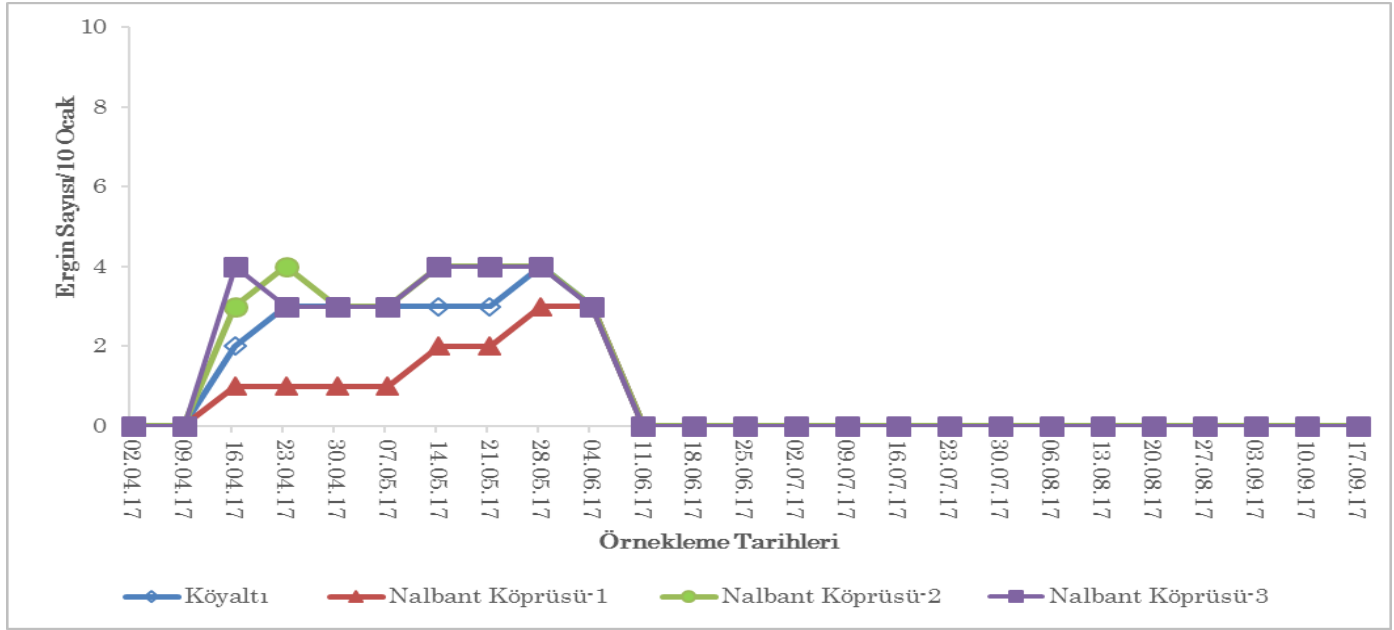


Şekil 8. Yabancı otlar üzerinde Fındık yeşil kokarcası'nın farklı dönemler (Foto: S. ATEŞ)  
Figure 8. The different stages of Nut weevil on Weeds (Photo by S. ATEŞ)

ocak<sup>1</sup> ile çotanakların nohut büyüklüğünde olduğu mayıs ayı ortalarında tespit edilmiştir. İlaçlamanın yapıldığı 11 Haziran (pentat 21 °C, %71 nem) sonrası bahçede Fındık kurdu belirlenmemiştir. Nalbant Köprüsü-3 bulunan bahçede çotanakların mercimek büyüklüğünde olduğu dönem olan nisan ayı sonu ile mayıs ayının başında Fındık kurdu'nun en düşük yoğunluğu 3 adet/10 ocak<sup>1</sup> olarak belirlenmiş, çotanakların nohut büyüklüğünde olduğu mayıs ayının ikinci yarısında ise en yüksek yoğunluk 4 adet/10 ocak<sup>1</sup> bulunmuştur (Şekil 7 ve 9). Çalışmanın

ikinci yılında örneklemler düzenli olarak yapılmasına karşın zararlı bulunamamıştır.

Sonuç olarak, Serdivan ilçesindeki yapılan çalışmalarda Fındık kurdu'nun ilk olarak çotanakların belirginleştiği nisan ayı ortalarına tespit edilmiş, zararlı en yüksek popülasyon seviyesi çotanakların nohut büyüklüğünde olduğu günlük ortalama sıcaklık 18 °C ve %82 nispi nemde mayıs ayının ikinci yarısında belirlenmiştir. Haziran ayının başında bahçelerin ilaçlanmasından sonra Fındık kurdu bireyleri bulunamamıştır.



Şekil 9. Popülasyon takibi yapılan bahçelerde 2017 yılında tespit edilen Fındık kurdu ergin sayıları  
Figure 9. The numbers of Nut weevil adult detected in the orchards where were carried out the population dynamic in 2017

## TARTIŞMA ve KANI

Fındık yeşil kokarcası erginleri ise ilk olarak çotanakların mercimek büyüklüğünde olduğu nisan ayı sonunda belirlenmiş olup en yüksek yoğunluğa çotanakların normal büyüklüğünde olduğu eylül ayı başlarında ulaştığı saptanmıştır. Fındık yeşil kokarcası nimfleri ise ilk olarak yine aynı tarihlerde görülmüş ve en yüksek yoğunluğa haziran ayı başında ulaştığı belirlenmiştir. Saruhan ve Tuncer (2009) Fındık yeşil kokarcası kışlamış erginlerini ilk olarak nisan ayı ortalarında, nimflerini ise Ordu ilinde temmuz ayının başında, Giresun ve Samsun illerinde ise haziran ayının sonunda tespit etmişlerdir. Yine, Kurt (1975) de Fındık yeşil kokarcası erginlerinin nisan ayının başından itibaren popülasyon oluşturduğunu bildirmiştir. Köse ve ark. (2014) ise Giresun ilinde temmuz sonu-ağustos ayı başında Fındık yeşil kokarcası popülasyonunun en yüksek olduğu dönem olarak tespit etmişlerdir. Boselli (1932) İtalya'da Fındık yeşil kokarcası'nın kışlamış erginlerinin nisan ayının ortalarına kadar tespit edilebileceğini ifade etmiştir. Tuncer ve ark. (2009)

Samsun'da bu zararlının esas zararının hazirandan ağustos sonuna kadar fındık oluşumundan sonra ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak, Sakarya ilinde Fındık yeşil kokarcası erginlerinin çotanakların mercimek büyüklüğünde olduğu dönem olan nisan ayı ikinci yarısında görülmeye başlandığı, dolayısıyla bu zararlıyla ilk mücadelenin bu dönemde yapılması gerektiği, zararlının çotanakların normal büyüklüğe ulaştığı ağustos ayı başında tekrar çoğaldığı ve bu dönemde ikinci mücadelenin yapılması gerektiği belirlenmiştir.

Ayrıca Fındık yeşil kokarcası nimf ve erginleri birçok yabancı ot üzerinde belirlendiğinden, zararlının kontrolünde yabancı otların mücadelesi ihmal edilmemelidir. Fındık kurdu erginlerinin ilk görülmeye başladığı zaman, fındıklarda çotanakların belirginleşmeye başladığı nisan ayı ortasında belirlenmiştir. Benzer şekilde, Akça (2003) Samsun, Ordu ve Giresun illerinde Fındık kurdu erginlerinin nisan ortasında ortaya çıktığını ve sıcaklığı bağlı olarak mayıs ayı ortalarında popülasyonunun en yüksek seviyelere ulaştığı bildirilmiştir. Tuncer ve ark. (2005)

Fındık kurdu erginlerinin nisan başlarında çıkmaya başladığını ve çıkan böceklerin karanfillerle beslendiğini önceki çalışmalarda bildirilmişlerdir.

Diğer bir çalışmada ise Akça ve Tuncer (2005) Fındık kurdu erginlerinin benzer şekilde Nisan ayında görülmeye başlandığı ve maksimum yoğunluğa ise mayıs ayının ortalarında ulaştığını ve temmuz başında erginlerin sonlandığını bildirilmişlerdir. Aynı çalışmada Fındık kurdu ergin sayısının yıllara göre değişmekle ocak başına 1-10 arasında olduğu kaydedilmiştir. Guidone ve ark. (2007) ise İtalya'nın kuzey-batısında bulunan fındık alanlarında Fındık kurdu erginlerinin sezon boyunca görüldüğünü ve en yüksek popülasyon yoğunluğuna haziran ayının ikinci yarısında ulaştığını bildirmişlerdir. İtalya'nın orta kesimlerinde yapılan çalışmalarda 29 Mayıs ile 18 Haziran tarihlerinde ortalama sıcaklığın 18 °C Fındık kurdu'nun olgun yumurtalarının tespit edildiği kaydedilmiştir (Paparatti, 1990; Pucci, 1992). Guidone ve ark. (2007) da benzer şekilde Fındık kurdu dişilerinin olgun yumurtalarının sıcaklığın 18 °C'yi geçtiği haziran ayında görülmeye başlandığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da benzer şekilde Fındık kurdu'nun erginlerinin süre boyunca ortalama sıcaklığın 18.6 °C olduğu kaydedilmiştir.

Çalışma sonucunda bölgede Fındık kurdu erginlerinin çotanakların mercimek büyüklüğünde olduğu dönem olan nisan ayı ortasında çıkmaya başladığı, mayıs ayı ortasında pik yaptığı belirlenmiştir. Tüm bahçelerde Nisan ayı ortası itibariyle Fındık kurdu popülasyonunun mücadele eşiğinin (2 ergin 10 ocak<sup>-1</sup>) üzerinde olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla, bölgede bu zararlıyla mücadeleye nisan ayı ortası itibariyle başlanması gerekmektedir. Çalışmanın yürütüldüğü bahçelerden üçü Sarı yağlık çeşidi ile kuruluyken, diğeri Sivri fındık çeşidiyle kurulu (Nalbant Köprüsü-1) olup, bu bahçede daha düşük Fındık kurdu popülasyonu belirlenmiştir. Bu sonuçlar dikkate alınarak sonraki çalışmalarda Türkiye'de de genel olarak yetiştiriciliği yapılan fındık çeşitlerinin Fındık kurdu tercihi açısından incelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi tarafından Proje No: 2016.10.06.889 nolu proje tarafından desteklenmiş olup, teşekkür ederiz. Yabancı otların teşhislerini yapan Doç. Dr. Filiz ÇALIŞKAN ve Zir. Yük. Müh. Figen EFİL'e teşekkür ederiz. Ayrıca çalışmada katkılarından dolayı Arş. Gör. Emrah GÜLER ve Arş. Gör. A. Sami KOCA'ya teşekkür ederiz.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

İki yazarda projenin hazırlanması, yürütme ve yazılmasında görev almıştır.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## KAYNAKLAR

- Akça İ 2003. Orta Karadeniz Bölgesinde Fındık kurdu, *Curculio nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae) popülasyonlarının biyolojisi ve zararı üzerine araştırmalar. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 93s., Samsun.
- Akça İ, Tuncer C 2005. Biological and morphological studies on nut weevil (*Curculio nucum* L., Col., Curculionidae). Acta Horticulturae 686: 413-419.
- Akça İ, Tuncer C 2009. The relations between hazelnut weevil (*Curculio nucum* Col., Curculionidae) population dynamics and climate condition in northern part of Anatolia. The International Environment Conference, UCS 2009. Bishkek, 20-23 May 2009.
- Anonim 2011. Fındık entegre mücadele teknik talimatı. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 133s.
- Ayfer M, Uzun A, Baş F 1986. Türk fındık çeşitleri. Karadeniz Bölgesi Fındık ve Mamülleri İhracatçıları Birliği Yayınları, Ankara, s. 95.
- Boselli FB 1932. Studio biologico degli Emitteri Che Attaccano Le Nocciuole in Sicilia. R. Laboratorio Di Entomologia Agraria Portici, 168 p.
- Ecevit O, Tuncer C, Hatat G 1995. Karadeniz Bölgesi bitki sağlığı problemleri ve çözüm yolları. OMÜ. Ziraat Fak. Dergisi 10(3): 191-206.
- Ecevit O, Akça İ, Saruhan İ 1999. Samsun ilinde tarımsal ilaç kullanımı, sorunları ve çözüm önerileri. Karadeniz Bölgesi Tarım Sempozyumu Bildiriler Cilt-1. 4-5. Ocak 1999. OMÜ. Ziraat Fak. Araştırma Seri no: 5. 89-98.
- FAO 2020. Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.fao.org/faostat/en/> (Erişim tarihi: 13.04.2020).
- Guidone L, Valentini N, Rolle L, Me G, Tavella L 2007. Early nut development as a resistance factor to the attacks of *Curculio nucum* (Coleoptera: Curculionidae). Annals of Applied Biology 150(3): 323-329.
- Işık UM, Ecevit O, Kurt MA, Yüce T 1987. Researches on application of integrated pest management method in hazelnut plantations in the eastern Black Sea Region, Turkey. Ondokuz Mayıs University, Samsun, 20 p.
- Karabörklü S, Altın N 2018. Düzce ili fındık depolarında görülen zararlı böcekler ve patojen fungusların tanımlanması. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi 6(4): 860-870.
- Kiper G, Yüce T 1971. Doğu Karadeniz Bölgesi



- findık bahçelerinde görülen Fındık yeşil kokarcası (*Palomena prasina* L.) zararının depolanmış iç fındıklarda intikal oranı üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni 11(4): 218-224.
- Köse ÇB, Sezer A, Kibar AK, Doğan I 2014. Farklı yabancı ot mücadele yöntemlerinin Fındık yeşil kokarcası [(*Palomena prasina* L.) (Hemiptera: Pentatomidae)] popülasyonu ve zarar durumuna etkisinin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni 54(1): 79-92.
- Kurt MA 1975. Doğu Karadeniz fındıklarında zarar yapan *Palomena prasina* (Heteroptera: Pentatomidae)'nın biyo-ekolojisi üzerine araştırmalar. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zir. Müc. ve Zir. Kar. Gen. Müd. Samsun Bölge Zir. Müc. Araş. Enst. Yay., No: 25. 57 s.
- Lodos N 1986. Türkiye Entomolojisi. II. Genel, Uygulamalı, Faunistik. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, No. 429, p. 579.
- Özkurt SA 1950. Fındık ekimi, bakımı, fındıklara zarar veren böcekler mücadelesi, hastalıkları, tedavisi ve fındığın ekonomideki durumu. Tarım Bakanlığı Neşriyat Müdürlüğü, Ankara, 676s.
- Paparatti B 1990. *Balaninus nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Catture di adulti ed analisi dell'infestazione condotte nell'areale del Lago di Vico (Viterbo) nel biennio 1989-90. Frustula Entomologica n.s. 13: 93-112.
- Pucci C 1992. Studies on population dynamics of *Balaninus nucum* L. (Col., Curculionidae) noxious to the hazel (*Corylus avellana* L.) in Northern Latium (Central Italy). Journal of Applied Entomology 114: 5-16.
- Saruhan İ Tuncer, C. 2001. Population densities and seasonal fluctuations of hazelnut pests in Samsun, Turkey. Proc. V. Int. Congress on Hazelnut. Ed. S.A. Mehlenbacher. Acta Hort. 556. ISHS 2001. 495-502.
- Saruhan I, Tuncer C 2009. Population density and fluctuations of green shield bug (*Palomena prasina* L. (Heteroptera: Pentatomidae)) in hazelnut orchards of Turkey. Acta Horticulture 845: 549-554.
- Saruhan I, Şen M 2012. Emici böcekler (Hemiptera: Pentatomidae, Coreidae ve Acanthosomatidae)'in farklı fındık (*Corylus avellana* L.) çeşitlerindeki lekeli iç zararının belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 31(3): 337-344.
- Sezen K, Erturk O, Demirbag Z 1999. Investigations on the Biology of Hazelnut Beetle, *Balaninus nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae) and its Damage to Hazelnut. Pakistan Journal of Biological Sciences 2(4): 1497-1500.
- TUİK 2020. Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 13.04.2020).
- Tavella L Arzone A, Miaja ML, Sonnati C 2001. Influence of bug (Heteroptera: Coreidae and Pentatomidae) feeding activity on hazelnut in northwest Italy. Acta Hort. 556: 461-468.
- Toros S, Hancıoğlu Ö 1997. Fındık zararlıları, hastalıkları ve mücadelesi. Karadeniz Fındık ve Mamülleri İhracatçıları Birliği, Giresun. 90s.
- Tuncer C 1995. Oregon (ABD) fındık tarımı üzerinde gözlemler. OMÜ: Ziraat Fak. Dergisi 10(3): 179-190.
- Tuncer C, Ecevit O 1996. Samsun ili fındık üretim alanlarındaki zararlılarla savaşım faaliyetlerinin mevcut durumu üzerinde bir araştırma. Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, 10-11 Ocak 1996, Samsun, Türkiye s. 286-292.
- Tuncer C, Ecevit O 1996. Fındık zararlılarıyla mücadelede entegre model tasarımı, Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, 10-11 Ocak 1996, Samsun, Türkiye s. 40-53.
- Tuncer C, Ecevit O 1997. Current status of hazelnut pests in Turkey. Acta Hort. 445. ISHS 1997, s. 545-550
- Tuncer C, Akça İ, Saruhan İ 2002. Fındıkta zararlı olan bazı emici böceklerin (Heteroptera: Pentatomidae, Coreidae ve Acanthosomatidae) kimyasal mücadelesi üzerine araştırmalar. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 17(3): 17-26.
- Tuncer C, Saruhan İ, Akça İ 2005. The insect pest problem affecting hazelnut kernel quality in Turkey. Acta Horticulture 668: 367-376.
- Tuncer C, Saruhan I, Akça I 2009. Chemical control of true bugs (Heteroptera: Pentatomidae, Acanthosomatidae and Coreidae) to prevent kernel damage in hazelnut orchards of Turkey. Acta Horticulture 845: 487-494.
- Tuncer C, Saruhan İ, Akça İ 2014. Seasonal occurrence and species composition of true bugs in hazelnut orchards. ISHS Acta Horticulturae 1052: VIII. International Congress on Hazelnut March 19-22, 2012, Temuco City, Chile 1052: 263-268.
- Ustaoğlu B 2012. The effect of climatic conditions on hazelnut (*Corylus avellana*) yield in Giresun (Turkey) (Giresun'da iklim koşulları'nın fındık (*Corylus avellana*) verimliliği üzerine etkisi). Marmara Coğrafya Dergisi 26: 302-323.
- Ural İ 1957. Doğu Karadeniz fındıklarında zarar yapan *Balaninus (Curculio) nucum* L. böceğinin biyolojisi ve mücadelesi üzerine araştırmalar. A. Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 130, Ankara, 96s.
- Valentini N, Moraglio ST, Rolle LGC, Tavella L, Botta R 2015. Nut and kernel growth and shell hardening in eighteen hazelnut cultivars (*Corylus avellana* L.). Horticultural Science 42(3): 149-158.
- Yılmaz M 2009. Bazı fındık çeşit ve genotiplerinin pomolojik, morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim dalı Doktora Tezi, 120 s., Adana.



## Uluköy ve Alemşah Sulama Göletleri(Çanakkale-Türkiye) Sedimentlerinin Ağır Metal Kirliliği Bakımından İncelenmesi

Mehmet PARLAK<sup>1\*</sup>, Timuçin EVEREST<sup>2</sup>, Tülay TUNÇAY<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu, Lapseki-Çanakkale, <sup>3</sup>T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4813-1152>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3670-2114>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-5398-5497>

✉: mehmetparlak06@hotmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada, Çanakkale Ezine'de bulunan Uluköy ve Alemşah göletleri sedimentlerinin bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin ve ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi ve farklı ekolojik risk indislerine göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Alanın belirlenmesi, örneklerin alınması ve analizlerin gerçekleştirilmesi (Nisan 2019-Nisan 2020) tarihleri arasında bir yıllık bir süreç içinde gerçekleştirilmiştir. Sediment örneklerinde tekstür, pH, elektriksel iletkenlik, kireç, organik karbon ile ağır metal konsantrasyonları belirlenmiştir. İlâveten sedimentlerdeki ağır metallerin kirlenme indisleri de (zenginleşme faktörü, jeobirikim indeksi ve kirlilik yük indeksi) saptanmıştır. Ağır metallerin zenginleşme faktörü Uluköy sulama göletinde Cu>Pb>Zn>Mn>Cr>Ni iken Alemşah sulama göletinde ise Cu>Pb>Zn>Mn>Cr=Ni sıralamasında belirlenmiştir. Uluköy sulama göletinde jeobirikim indeksi Fe için 8.55, Mn için 4.82, Cr için 3.06; Alemşah sulama göletinde ise Fe için 8.72, Mn için 5.13, Cr için 3.22 ve Zn için 3.12 olarak saptanmıştır. Hem Uluköy hem de Alemşah sulama göletleri sedimentlerinde ağır metallerce kirlenme saptanamamıştır. Kaynakların sürdürülebilir ve etkin kullanılması için bu tür izleme ve değerlendirme çalışmalarına önem verilmesi önerilmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 14.06.2020

Kabul Tarihi : 17.08.2020

#### Anahtar Kelimeler

Sulama göleti

Ağır metaller

Zenginleşme faktörü

Jeobirikim indeksi

## Investigation of Uluköy and Alemşah Earth-Fill Dam(Canakkale-Turkey) Sediments in terms of Heavy Metal Pollution

### ABSTRACT

Objective of this study was to determine some physico-chemical properties and heavy metal concentrations of Uluköy and Alemşah pond sediments and to evaluate them based on different ecological risk indices in Çanakkale Ezine. Within the time frame of one year (from April of 2019 to April 2020), the decided study area were constructed, samples were collected and the data analysis were performed. Texture, pH, electrical conductivity, lime and organic carbon content, heavy metal concentrations of sediment samples were determined. Pollution indices of sediment heavy metals (enrichment factor, geoaccumulation index, pollution load index) were also determined. Heavy metal enrichment factors were ordered as Cu>Pb>Zn>Mn>Cr>Ni in Uluköy dam and as Cu>Pb>Zn>Mn>Cr=Ni in Alemşah dam. In Uluköy dam, geoaccumulation index was identified as 8.55, 4.82, and 3.06 for Fe, Mn, and Cr, respectively. In Alemşah dam, however, this value was 8.72, 5.13, 3.22 and 3.12 for Fe, Mn, Cr, and Zn, respectively. Heavy metal pollution was not detected in sediment samples of both dams. It was concluded that more of monitoring and assessment studies should be recommended for effective and sustainable use of natural resources.

### Research Article

#### Article History

Received : 14.06.2020

Accepted : 17.08.2020

#### Keywords

Irrigation pond

Heavy metals

Enrichment factor

Geoaccumulation index

**To Cite:** Parlak M, Everest T, Tuncay T 2021. Investigation of Uluköy and Alemşah Earth-Fill Dam(Canakkale-Turkey) Sediments in terms of Heavy Metal Pollution. KSU J. Agric Nat 24 (2): 372-378. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.752777>.

## GİRİŞ

Sucul ekosistemlere ağır metal girdileri ya doğal kaynaklardan (kayaçların ayrışması, toprak erozyonu, atmosferik birikim) ya da antropojenik kaynaklardan (hızlı kentleşme ve sanayileşme, tarım aktiviteleri) olmaktadır (Liu ve ark., 2018; Kükrer ve ark., 2019; Zhuang ve ark., 2019). Ağır metaller sedimentlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini doğrudan etkileyebilir ve mikrobiyal aktiviteyi azaltabilirler. Bu arada ağır metaller besin zinciri yoluyla doğrudan insan sağlığını etkileyebilirler ve deriyle temas edebilirler. Ağır metaller parçalanmayan yapıları nedeniyle uzun sürede sedimentlerde birikebilir ve daha sonra besin zinciri yoluyla insan vücudunda birikebilirler.

Sulama göletleri sadece çevrelerindeki tarım arazilerinin sulanmasında kullanılmayıp aynı zamanda farklı amaçlar (taşkın kontrolü, balıkçılık, rekreasyon alanı, sediment kontrolü, doğal hayatın korunması) içinde kullanılmaktadırlar (Aküzüm ve Öztürk, 1996). Türkiye'nin farklı yerlerindeki sucul ekosistemlerde sedimentlerin ağır metal içeriklerine ilişkin araştırmalar örneğin, Atatürk Baraj Gölü'nde (Karadede and Ünlü, 2004), Büyük Menderes ve Gediz Nehri'nde (Akçay ve ark., 2003), Niğde Gümüşler Çayı'nda (Yalcin ve ark., 2008); Seyhan Barajı'nda (Çevik ve ark., 2009), Niğde Akkaya Barajı'nda (Keskin, 2012), Çıldır Gölü'nde (Kükrer ve ark., 2015), Gökçekaya Baraj Göleti'nde (Akin and Kırmızıgül, 2017), Mustafakemalpaşa Çayı'nda (Omwene ve ark., 2018), Mogan Gölü'nde (Kucukosmanoglu and Filazi, 2020), Giresun'daki çaylarda (Ustaoglu ve İslam, 2020) yapılmış olmasına rağmen sulama göleti sedimentlerinde yayınlanmış araştırmaya rastlanılmamıştır. Çalışma alanı önemli bir tarımsal potansiyele sahip bölgedir. Bölgede yaz aylarında yetiştirilen karpuz ve taze fasulye erkencilik özelliği taşıması nedeniyle ekonomik açıdan çiftçilere önemli avantaj ve katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda bölgedeki toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanılması açısından izleme ve değerlendirme çalışmalarının yapılması önem arz etmektedir. Bu araştırmanın amacı iki sulama göletindeki (Ezine Uluköy ve Ezine Alemşah) sedimentlerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile bazı ağır metallerin (Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb) konsantrasyonları ile ağır metal kirliliğini zenginleşme faktörü, jeobirikim indeksi ve kirlilik yük indeksi yardımıyla hesaplamaktır. Ayrıca sediment örneklerindeki ağır metaller ile başka sucul ekosistem sedimentlerindeki ağır metal konsantrasyonlarını karşılaştırmakta çalışmanın amaçlarından birisidir.

## MATERYAL ve METOT

### Çalışma Alanı

Uluköy Göleti; Çanakkale ili Ezine ilçe merkezinin 35 km güneybatısında Uluköy köyüne 2 km uzaklıktaki Uluköy Göleti (431874 D 4397347 K) (Şekil 1) 1993-1994 yılları arasında tarımsal sulama amaçlı olarak yapılmıştır. Gölet gövdesi homojen dolgu tipinde olup, talvegden 22 m, temelden 25 m yüksekliktedir. Depolama hacmi 2900 hm<sup>3</sup>, aktif hacim 2745 hm<sup>3</sup>, ölü hacmi 0.200 hm<sup>3</sup> dür. Sulama sistemi, ana kanal klasik beton kaplama, yedek ve tersiyerler kanalet şeklindedir. 285 ha olan sulama sahasında en fazla yetiştiriciliği yapılan ürünler domates, taze fasulye, kavun, karpuz, mısır ve yoncadır. Sulama sahasının büyük bir bölümünde damla ve yağmurlama sulama yöntemi uygulanmaktadır (Büyükgaga ve Taş, 2014).

Alemşah Göleti ise Çanakkale'nin Ezine ilçe merkezinin 24 km güneybatısında (432276 D, 4392803 K), Alemşah köyüne bir km uzaklıkta, Alemşah deresi üzerine 2004-2006 yılları arasında sulama amaçlı olarak inşa edilmiştir. Gölet gövdesi kil çekirdekli kaya dolgu tipinde olup, talvegden 22.5 m, temelden 29 m yüksekliktedir. Depolama hacmi 0.850 hm<sup>3</sup>, aktif hacim 0.700 hm<sup>3</sup>, ölü hacmi 0.100 hm<sup>3</sup> dür. Sulama sistemi kapalı borulu sistem olup 138 ha olan sulama sahasında en fazla yetiştiriciliği yapılan ürünler domates, biber, taze fasulye olup; bu ürünü kavun ve karpuz izlemektedir. Sulama sahasının büyük bir kısmında basınçlı sulama yöntemlerinden damla sulama yöntemi uygulanmaktadır (Büyükgaga ve Taş, 2014).

Çalışma alanının jeolojik yapısı Oligosen yaşlı, magmatik kökenli granitik kayaç topluluklarından oluşmaktadır (Everest ve Özcan, 2018).

### Sediment Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Uluköy ve Alemşah Sulama göletlerinden fiziki imkanlar elvermediği için az sayıda sediment örnekleme (Uluköy Sulama Göletinden 8 tane, Alemşah Sulama Göletinden ise 4 tane) yapılabilmektedir (Şekil 2). Sediment örnekleri sulama göletlerinin kenarından plastik kürekle alınarak kapaklı numune kaplarına konulmuş ve en kısa sürede laboratuvara getirilmiştir. Sediment örnekleri laboratuvarda hava kuru hale gelene kadar bekletilmiştir. Kuruyan sediment örnekleri 2 mm'lik elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

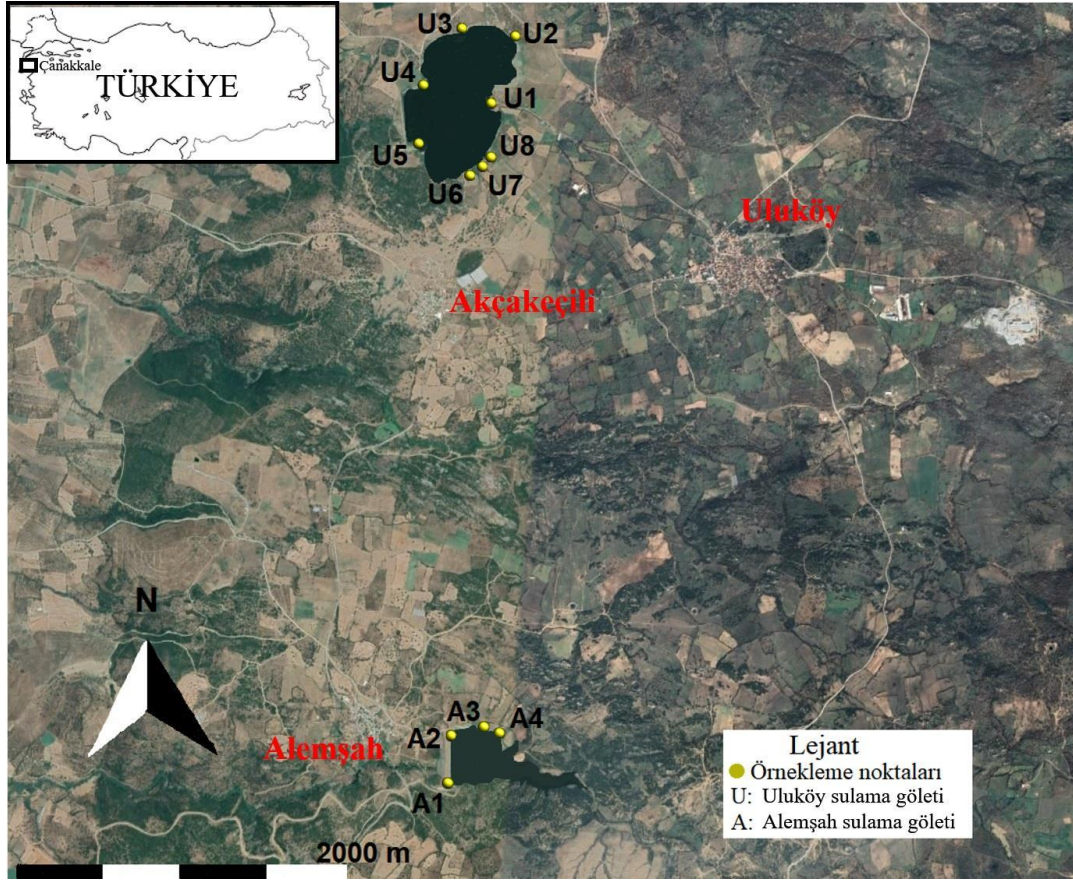
### Sediment Analizleri

Tane büyüklüğü dağılımı (bünye) için sediment örnekleri sodyum hekza metafosfat çözeltisiyle kimyasal dispersiyona ve toprak mikseri ile 6-10



1 dakika karıştırıldıktan sonra (fiziksel dispersiyon) 1130 ml'lik silindirlere aktarılmış ve hidrometre yardımıyla tane büyüklüğü dağılımı (bünye)

belirlenmiştir (Gee and Or, 2002). Sediment örneklerinde pH ve EC (elektriksel iletkenlik) ölçümleri saturasyon çamurunda yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu  
Figure 1. Location of study area



Şekil 2. A ve B. Uluköy Sulama Göleti C ve D. Alemşah Sulama Göleti  
Figure 2. Uluköy Irrigation Pond (A and B) Alemşah Irrigation Pond (C and D)

(Thomas,1996; Rhoades,1996).Organik karbon modifiye edilmiş Walkley Black yönteminde belirtildiği gibi sediment örneklerinin  $K_2Cr_2O_7$  ile oksidasyonu ve  $FeSO_4$  çözeltisiyle titrasyonu sonucunda belirlenmiştir (Nelson and Sommers, 1996). Sediment örneklerinde kireç ise Scheibler kalsimetresinde açığa çıkan  $CO_2$  miktarına göre belirlenmiştir (Loeppert and Suarez,1996). Sediment örneklerinin toplam ağır metal (Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb) içerikleri nitrik asit ve perklorik asit karışımıyla 3/1 oranında yaş yakıldıktan sonra (USEPA,1996) ICP-OES cihazında okuma yapılarak saptanmıştır.

Zenginleşme faktörü (EF) ve jeobirikim indeksi ( $I_{geo}$ ) sedimentlerdeki ağır metal içeriğinin antropojenik veya jeolojik kökenli olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır (Zhang ve ark., 2019; Varol ve ark., 2020). Zenginleşme faktörü (EF) sedimentteki metalin demire oranının yerkabuğundaki metalin demire oranına bölünmesiyle elde edilmiştir (Bölükbaşı ve Akın, 2016; Ustaoglu and Islam, 2020).

EF 5 sınıfa ayrılmaktadır. 1.sınıf  $EF < 2$  minimum zenginlikten düşük; 2.sınıf  $EF = 2-5$  orta zenginlikte; 3.sınıf  $EF = 5-20$  yeterli oranda zenginlikte; 4.sınıf  $EF = 20-40$  yüksek oranda zenginlikte; 5.sınıf  $EF > 40$  aşırı derecede yüksek zenginlikte olduğunu göstermektedir (Sutherland, 2000).

Jeobirikim indeksi ( $I_{geo}$ ) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$I_{geo} = \log_2(C_i / 1.5 \times B_i) \quad (1)$$

Bu eşitlikte  $B_i$ : yerkabuğundaki elementin ortalama değeri (Wedepohl, 1995), 1.5= Litonejik etki nedeniyle temel matriks düzeltmesidir.

Yerkabuğunda elementlerin ortalama değerleri Wedepohl (1995)' e göre; Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb sırasıyla 43200 mg/kg, 25 mg/kg, 716 mg/kg, 65 mg/kg, 126 mg/kg, 56 mg/kg ve 14.8 mg/kg'dır.

Jeobirikim indeksi ( $I_{geo}$ ) 7 sınıftan oluşmaktadır: 0. sınıf (kirlenmemiş):  $I_{geo} < 0$ ; 1.sınıf (kirlenmemiş ile orta derecede kirlenmiş):  $0 \leq I_{geo} < 1$ ; 2.sınıf (orta derecede kirlenmiş):  $1 \leq I_{geo} < 2$ ; 3.sınıf (orta derece ile aşırı derecede kirlenmiş):  $2 \leq I_{geo} \leq 3$ ; 4.sınıf (aşırı derecede kirlenmiş):  $3 \leq I_{geo} < 4$ ; 5.sınıf (aşırı derecede ile yoğun olarak kirlenmiş):  $4 \leq I_{geo} < 5$ ; 6.sınıf (yoğun olarak kirlenmiş):  $I_{geo} \geq 5$ .

Sediment kalitesini belirlemek için ağır metallerin (Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni, Pb) kirlilik yük indeksleri (PLI) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Suresh ve ark. 2011).

$$PLI = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \frac{C_i}{B_i}} \quad (2)$$

Bu eşitlikte  $C_i$ : sedimentteki ağır metal konsantrasyonu göstermektedir. PLI 1' den büyükse kirlenme mevcuttur.

### İstatistik Analiz

Sedimentlerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ağır metallerin tanıtıcı istatistikleri (ortalama, standart sapma) Minitab 16 bilgisayar paket programı yardımıyla hesaplanmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Uluköy sulama göletleri sedimentlerinin bünyesi tınlı kum, kum ve kumlu tın iken Alemşah sulama göletlerindeki ise tınlı kum ve kum olarak belirlenmiştir. Uluköy sulama göleti sedimentlerinde pH, EC( $dS m^{-1}$ ), kireç(%) ve organik karbon(%) içerikleri sırasıyla 6.18 (hafif asidik), 0.28, 0.65 ve 1.96 iken aynı parametreler Alemşah göleti sedimentlerinde ise sırasıyla 6.76(nötr), 0.16, 1.08 ve 0.57 olarak saptanmıştır. Hem Uluköy hem de Alemşah sulama göleti sedimentlerindeki ağır metal konsantrasyonları  $Fe > Mn > Zn > Cu > Cr > Pb > Ni$  sıralamasında belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Sulama göleti sedimentlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ağır metal kapsamları (ortalama±standart sapma)

Table 1. Some physical and chemical properties and heavy metal contents of irrigation pond sediments (mean±standart deviation)

	Uluköy(n=8)	Alemşah(n=4)
Kil(%)	6.76±3.37	5.56±2.38
Silt(%)	7.19±4.43	4.10±3.27
İnce kum(%)	55.50±11.24	63.52±4.81
Kaba kum (%)	30.55±14.55	26.83±1.04
pH	6.18±0.96	6.76±0.39
EC ( $dS m^{-1}$ )	0.28±0.22	0.16±0.08
Kireç (%)	0.65±0.53	1.08±0.13
Organik karbon(%)	1.96±0.88	0.57±0.42
Toplam Fe(mg/kg)	12786±3377	18505±4550
Toplam Cu(mg/kg)	21.77±10.23	23.03±2.38
Toplam Mn(mg/kg)	158.80±83.40	296.40±84.60
Toplam Zn(mg/kg)	22.05±5.15	30.99±7.44
Toplam Cr(mg/kg)	14.81±6.52	21.52±9.37
Toplam Ni(mg/kg)	5.88±4.12	9.44±3.40
Toplam Pb(mg/kg)	12.05±8.52	8.39±2.73

Ağır metal konsantrasyonları yerkabuğundaki değerlere (Wedepohl, 1995) göre daha düşük bulunmuştur. Uluköy ve Alemşah Sulama Göletleri ile diğer ülkelerdeki ve Türkiye' deki baraj gölü ve göletlerdeki sedimentlerde ağır metallerin karşılaştırılması Çizelge 2' de verilmiştir. Uluköy ve Alemşah sulama göletlerindeki sedimentlerin Fe kapsamları Etueffont Göleti, Uzunçayır ve Geyik Baraj Gölünden daha yüksek saptanmıştır. Cu içerikleri Hammam Grouz Baraj Gölü ile Loje Baraj



Gölü'nden yüksek, diğerlerinden (Etueffont Göleti, Aras Baraj Gölü, Uzunçayır ve Geyik Baraj Göletleri) düşük bulunmuştur. Çalışılan iki göletin Mn içerikleri Etueffont Göleti ve Uzunçayır Baraj Gölü'nden düşük saptanmıştır. Zn kapsamları diğerlerine (Hammam Grouz Baraj Gölü, Etueffont Göleti, Aras, Loje, Uzunçayır ve Geyik Baraj Gölleri) göre daha düşük saptanmıştır. Cr içerikleri Hammam Grouz Baraj Gölü ve Loje Baraj Gölü'nden yüksek, Etueffont Göleti ve Uzunçayır Baraj Gölü'nden düşük bulunmuştur. Uluköy Sulama Göleti'ndeki sedimentlerin Ni kapsamı diğerlerine (Etueffont Baraj Göleti, Aras, Loje,

Uzunçayır ve Geyik Baraj Gölleri) göre daha düşük saptanmışken, Alemşah 'daki değerler Aras ve Loje Baraj Gölü'nkünden yüksek, Etueffont Göleti ile Uzunçayır ve Geyik Baraj Gölü'nkünden düşük saptanmıştır. Uluköy sulama göleti sedimentlerindeki Pb içeriği Hammam Grouz Baraj Gölü, Aras ve Uzunçayır Baraj Gölü'nden yüksek, Etueffont Göleti, Loje ve Geyik Baraj Gölü'nden düşük saptanmıştır. Alemşah Sulama Göleti'ndeki Pb içeriği ise Aras Baraj Gölü hariç diğerlerinden (Hammam Grouz Baraj Gölü, Etueffont Göleti, Loje, Uzunçayır ve Geyik Baraj Gölleri) daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 2. Uluköy ve Alemşah Sulama Göletleri ile diğer baraj gölü ve göletlerdeki sedimentlerin ağır metal kapsamının ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) karşılaştırılması

Table 2. Comparison of heavy metal contents ( $\text{mgkg}^{-1}$ ) of sediment in Uluköy and Alemşah irrigation pond with other dams and lake ponds

Alan (Site)	Ülke (Country)	Fe (Fe)	Cu (Cu)	Mn (Mn)	Zn (Zn)	Cr (Cr)	Ni (Ni)	Pb (Pb)	Kaynak (Reference)
Uluköy Sulama Göleti	Türkiye	12786	21.77	158.80	22.05	14.81	5.88	12.05	Bu araştırma
Alemşah Sulama Göleti	Türkiye	18505	23.03	296.40	30.99	21.52	9.44	8.39	Bu araştırma
Hammam Grouz Baraj Gölü	Cezayir	-	2.86	-	67.50	5.60	-	11.86	Aissaoui ve ark. 2017
Etueffont Göleti	Fransa	36.42	120.17	2459	252	62.57	42.17	39.71	Salem ve ark. 2014
Aras Baraj Gölü	İran	-	102.10	-	78.50	-	6.00	7.93	Farsani ve ark. 2019
Loje Baraj Gölü	Polonya	-	7.20	-	39.90	11	9.10	20.50	Cymes ve ark. 2017
Uzunçayır Baraj Gölü	Türkiye	31.74	29.45	631.60	62.81	97.25	237.84	11.32	Kutlu, 2018
Geyik Baraj Gölü	Türkiye	6730	65.50	182	68	-	212	29.65	Özdemir ve ark. 2010

Her iki sulama göletinin çevresindeki arazilerde tarım yapılmaktadır. Ağır metallere bazıları (Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb) tarımda kullanılan gübreler ve tarım ilaçlarıyla toprağa ve yeraltı sularına karışmaktadır (Fuge, 2005). Ağır metallere yüzey akışla sulama göletlerine taşınabilmektedir. Şekil 2.D' de görüldüğü gibi tarım ilaçlarının kutuları ile plastik şişeler sulama göletlerine atılmaktadır. Ancak ağır metal konsantrasyonları yer kabuğundaki ortalama değerlerden düşük saptanmıştır.

Uluköy ve Alemşah sulama göletlerindeki sedimentlerden Mn, Zn, Cr ve Ni' in zenginleşme faktörleri minimum zenginlikten düşük saptanmışken Cu 'ın zenginleşme faktörü ve Uluköy'deki Pb'un zenginleşme faktörü orta zenginlikte saptanmıştır. Uluköy'deki sedimentte Cu ise aşırı derecede kirlenmiş sınıfa girmiştir. Uluköy sulama göletindeki ağır metallere zenginleşme faktörleri çoktan aza doğru  $\text{Cu} > \text{Pb} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Cr} > \text{Ni}$  sırasındayken Alemşah sulama göletinde ise  $\text{Cu} > \text{Pb} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Ni} = \text{Cr}$  sıralamasında belirlenmiştir. Uluköy ve Alemşah sulama göletlerindeki Fe'in jeobirikim indeksi yoğun olarak kirlenmiş sınıftayken (bunun nedeni jeolojik kökenden kaynaklanmış olabilir); Cu ve Ni' in jeobirikim indeksi orta derecede ile aşırı derecede kirlenmiş sınıfta belirlenmiştir. Uluköy göletindeki Mn'n jeobirikim indeksi orta derece ile aşırı derecede kirlenmiş, Alemşah'daki Mn ise yoğun olarak kirlenmiş sınıfta

saptanmıştır. Uluköy göletindeki Zn'un jeobirikim indeksi orta derecede ile aşırı derecede kirlenmiş, Alemşah sulama göletindeki Zn'un jeobirikim indeksi ise aşırı derecede kirlenmiş sınıfta belirlenmiştir. Uluköy ve Alemşah sulama göletlerindeki Cr' un jeobirikim indeksi ise aşırı derecede kirlenmiş sınıfta saptanmıştır. Her iki sulama göletinde kirlilik yük indeksi 1' den küçük olduğu için kirlenme bulunmamıştır (Çizelge 3).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Uluköy sulama göleti sedimentlerinin ortalama Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb içerikleri sırasıyla 12786, 21.77, 158.80, 22.05, 14.81, 5.88 ve 12.05  $\text{mg/kg}$  iken Alemşah sulama göletinde ise Fe, Cu, Mn, Zn, Cr, Ni ve Pb içerikleri sırasıyla 18505, 23.03, 296.40, 30.99, 21.52, 9.44 ve 8.39  $\text{mg/kg}$  olarak saptanmıştır. Hem Uluköy hem de Alemşah sulama göleti sedimentlerinin ağır metal içerikleri yer kabuğundaki ortalama değerlerden düşük saptanmıştır. Uluköy ve Alemşah sulama göletleri sedimentlerinde zenginleşme faktörü, jeobirikim indeksi ve kirlilik yük indeksine göre sedimentlerin ağır metallere kirlenmemiş ile yoğun kirlenmiş aralığında oldukları belirlenmiştir. Sedimentlerdeki ağır metal konsantrasyonları düzenli aralıklarla izlenmeli ve sulama göletlerinin etrafındaki tarım alanlarında kullanılan gübre ve tarım ilaçları kullanımı mümkün olduğunca azaltılmalıdır.

Çizelge 3. Farklı sulama göletlerinden alınan sedimentlerdeki ağır metallerin zenginleşme faktörleri, jeobirikim ve kirlilik yük indeksleri

Table 3. Enrichment factor, geoaccumulation and pollution load indices of heavy metals in sediments collected from different irrigation ponds

	Zenginleşme Faktörü ( <i>Enrichment Factor</i> )						
	Fe	Cu	Mn	Zn	Cr	Ni	Pb
Uluköy Sulama Göleti ( <i>Uluköy Irrigation Pond</i> )	-	3.05±1.49	0.74±0.35	1.26±0.35	0.39±0.09	0.33±0.21	2.83±2.25
Alemşah Sulama Göleti ( <i>Alemşah Irrigation Pond</i> )	-	2.23±0.44	0.98±0.26	1.11±0.06	0.39±0.10	0.39±0.12	1.34±0.37
Jeobirikim İndeksi ( <i>Geoaccumulation Index</i> )							
Uluköy Sulama Göleti ( <i>Uluköy Irrigation Pond</i> )	8.55±0.12	2.53±0.18	4.82±0.25	2.97±0.09	3.06±0.17	2.24±0.28	1.99±0.28
Alemşah Sulama Göleti ( <i>Alemşah Irrigation Pond</i> )	8.72±0.10	2.58±0.05	5.13±0.13	3.12±0.11	3.22±0.19	2.52±0.18	1.91±0.13
Kirlilik Yük İndeksi ( <i>Pollution Load Index</i> )							
Uluköy Sulama Göleti ( <i>Uluköy Irrigation Pond</i> )	0.08	0.80	0.19	0.33	0.11	0.08	0.66
Alemşah Sulama Göleti ( <i>Alemşah Irrigation Pond</i> )	0.42	0.92	0.40	0.47	0.16	0.16	0.55

### 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 eder.

### KAYNAKLAR

- Aissaoui A, Ahmed D S A, Cherchar N, Gherib A 2017. Assessment and Biomonitoring of Aquatic Pollution by Heavy Metals (Cd, Cr, Cu, Pb and Zn) in Hammam Grouz Dam of Mila (Algeria). *International Journal of Environmental Studies* 74(3): 428-442.
- Akçay H, Oğuz A, Karapire C 2003. Study of Heavy Metal Pollution and Speciation in Büyük Menderes and Gediz River Sediments. *Water Research* 37: 813-822.
- Akın BS, Kırmızıgül O 2017. Heavy Metal Contamination in Surface Sediments of Gökçekaya Dam Lake, Eskişehir, Turkey. *Environmental Earth Sciences* 76(11): 402. doi 10.1007/s12665-017-6744-0.
- Aküzüm T, Öztürk F 1996. Toprak Yapıları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1448, Ankara, 521 sy.
- Bölükbaşı V, Akın B S 2016. Agriculturally Induced Heavy Metal Accumulation in Seyfe Lake, Turkey. *Bulletin Environmental of Contamination and Toxicology* 96:401-407.
- Büyükgaga İ, Taş İ 2004. Çanakkale' nin Su Varlığı. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Lisans Bitirme Tezi. 38 sy.

- Cymes I, Glinska-Lewczuk K, Szymczyk S, Sidoruk M, Potasznik A 2017. Distribution and Potential Risk Assessment of Heavy Metals and Arsenic in Sediments of a Dam Reservoir: A Case Study of the Łoje Retention Reservoir, NE Poland. *Journal of Elementology* 22(3): 843-856.
- Çevik F, Göksu M Z L, Derici O B, Fındık Ö 2009. An Assessment of Metal Pollution in Surface Sediments of Seyhan Dam by Using Enrichment Factor, Geoaccumulation Index and Statistical Analyses. *Environmental Monitoring and Assessment* 152: 309-317.
- Everest T, Özcan H 2018. Toprak Verimliliğinin Değerlendirilmesinde Pedo-Jeolojik Yaklaşım. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(4): 589-603.
- Farsani M N, Haghparast R J, Naserabad S S, Moghadas F, Bagheri T, Gerami MH 2019. Seasonal Heavy Metal Monitoring of Water, Sediment and Common Carp (*Cyprinus carpio*) in Aras Dam Lake of Iran. *International Journal of Aquatic Biology* 7(3): 123-131.
- Fuge R 2005. Antropogenic Sources. (Essentials of Medical Geology, Impacts of the Natural Environment on Public Health, Chapter 3, Elsevier Academic Press, USA and UK: Ed. Selinus O, Alloway BJ, Centeno JA, Finkelman RB, Fuge R, Lindh U, Smedley P, 43-60.
- Gee G W, Or D 2002. Particle-Size Analysis. Pages 255-293. in J.H. Dane, G.C. Topp, eds. *Methods of soil analysis. Part 4, physical methods. SSSA Book Series 5. Madison, Wisconsin.*
- Karadede H, Ünlü E 2000. Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere* 41: 1371-1376.

- Keskin Ş 2012. Distribution and Accumulation of Heavy Metals in the Sediments of Akkaya Dam, Nigde, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment* 184: 449-460.
- Kucukosmanoglu A S, Filazi A 2020. Investigation of the Metal Pollution Sources in Lake Mogan, Ankara, Turkey. *Biological Trace Element Research*. doi.org/10.1007/s12011-020-02031-z.
- Kutlu B 2018. Dissemination of Heavy Metal Contamination in Surface Sediments of the Uzuncayır Dam Lake, Tunceli, Turkey. *Human and Ecological Risk Assessment* 24(8): 2182-2194.
- Kükrer S, Çakır Ç, Kaya H, Erginal AE 2019. Historical Record of Metals in Lake Küçükçekmece and Lake Terkos (Istanbul, Turkey) based on Anthropogenic Impacts and Ecological Risk Assessment. *Environmental Forensics* 20(4): 385-401.
- Kükrer S, Erginal A E, Şeker S, Karabıykoğlu M 2015. Distribution and Environmental Risk Evaluation of Heavy Metal in Core Sediments from Lake Çıldır (NE Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment* 187:453. doi 10.1007/s10661-015-4685-1
- Liu R, Bao K, Yao S, Yang F, Wang X 2018. Ecological Risk Assessment and Distribution of Potentially Harmful Trace Elements in Lake Sediments of Songnen Plain, NE China. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 163: 117-124.
- Loeppert R H, Suarez D L 1996. Carbonate and Gypsum. Pages 437-474.. in D.L. Sparks, ed. *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Nelson R E, Sommers L E 1996. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. Pages 961-1010. in D.L. Sparks, ed. *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Omwene P I, Öncel M S, Çelen M, Kobya M 2018. Heavy Metal Pollution and Spatial Distribution in Surface Sediments of Mustafakemalpaşa, Stream Located in the World's Largest Borate Basin(Turkey). *Chemosphere* 208: 782-792.
- Özdemir N, Yılmaz F, Tuna A L, Demirak A 2010. Heavy Metal Concentrations in Fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius carassius*), Sediment, and Water Found in the Geyik Dam Lake, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 19(5): 798-804.
- Rhoades J D 1996. Salinity: Electrical Conductivity and Total Dissolved Solids. Pages 417-436. in D.L. Sparks, ed. *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Salem Z B, Capelli N, Laffray X, Elise G, Ayadi H, Aleya L 2014. Seasonal Variation of Heavy Metals in Water, Sediment and Roach Tissues in a Landfill Draining System Pond (Etueffont, France). *Ecological Engineering* 69: 25-37.
- Suresh G, Ramasamy V, Meenakshisundaram, V, Venkatachalapathy R, Ponnu- Samy V 2011. Influence of mineralogical and heavy metal composition on natural radionuclide contents in the river sediments. *Applied Radiation and Isotopes* 69: 1466-1474.
- Sutherland R A 2000. Bed Sediment-Associated Trace Metals in an Urban Stream, Oahu, Hawaii. *Environmental Geology* 39: 611-627.
- Thomas G W 1996. Soil pH and Soil Acidity. Pages 475-490. in D.L. Sparks, ed. *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency) 1996. Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. (Revision 2).
- Ustaoğlu F, İslam MS 2020. Potential Toxic Elements in Sediment of Some Rivers at Giresun, Northeast Turkey: A Preliminary Assessment for Ecotoxicological Status and Health Risk. *Ecological Indicators* 113: 106237. doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106237.
- Varol M, Canpolat Ö, Eriş K K, Çağlar M 2020. Trace Metals in Core Sediments from a Deep Lake in Eastern Turkey: Vertical Concentration Profiles, Eco-Environmental Risks and Possible Sources. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 189: doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.110060
- Wedepohl K H 1995. The Composition of the Continental Crust. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59(7): 1217-1232.
- Yalcin MG, Narin I, Soylak M 2008. Multivariate Analysis of Heavy Metal Contents of Sediments from Gumusler Creek, Nigde, Turkey. *Environmental Geology* 54: 1155-1163.
- Zhang M, He P, Qiao G, Huang J, Yuan X, Q Li 2019. Heavy Metal Contamination Assessment of Surface Sediments of the Subei Shoal, China: Spatial Distribution, Source Apportionment and Ecological Risk. *Chemosphere* 223: 211-222.
- Zhuang W, Ying S C, Frie A L, Wang Q, Song J, Liu Y, Chen Q, Lai X 2019. Distribution, Pollution Status, and Source Apportionment of Trace Metals in Lake Sediments under the Influence of the South-to-NorthWater Transfer Project, China. *Science of the Total Environment* 671: 108-118.

## Türkiye Şeftali Piyasasının Ekonomik Analizi ve Pazarlama Marjları

Hasan VURAL<sup>1</sup>, Veli Anıl ÇAKAN<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Bursa,  
<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2323-4806>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5934-2203>,  
✉: [velianilcakan@uludag.edu.tr](mailto:velianilcakan@uludag.edu.tr)

### ÖZET

Çalışmada gıda sanayisine ham madde oluşturması, insan sağlığına sunduğu katkılar, enerji kaynağı ve gübre olarak kullanılabilmesi gibi özellikleriyle her geçen gün önemi artan şeftali piyasasının analizi amaçlanmıştır. Veri seti; TÜİK ve TOB istatistiklerinden temin edilen 2003-2017 yıllarına ait; üretici fiyatı, tüketici fiyatı, üretim, tüketim, ihracat, ithalat ve girdi fiyatlarına ilişkin verilerden oluşturulmuştur. Türkiye şeftali piyasasını analiz etmek amacıyla; arz ve talep fonksiyonları ile ilgili modeller tahmin edilmiş, pazarlama marjı ve zincirleme indeks hesaplamaları yapılmıştır. Regresyon tahmin sonuçları, üretim üzerinde; gübre fiyatlarının negatif yönlü, tarımsal işgücü ücretlerinin ise pozitif yönlü bir ilişki içerisinde olduğunu ortaya koymuştur. Talep üzerinde pozitif yönlü etkiye sahip faktörün nüfus olduğu belirlenmiştir. Reel fiyatlara göre; ortalama pazarlama marjı 0.60 TL kg<sup>-1</sup>, üreticinin eline geçen değer %53.92 olarak hesaplanmıştır. 2008-2011 yılları arasında ortalama %60.92 olan reel üreticinin eline geçen değer 2017 yılına gelindiğinde %48.28 oranına gerilemesi; piyasada her geçen yıl elde edilen kazançtan üreticiye daha az pay düştüğünün göstergesidir. Üreticinin eline geçen değer artarken pazarlama marjının azalması hem üretici hemde tüketicinin lehine olacağı için, üreticilerin kooperatifler gibi pazarlama marjını azaltabilecek oluşumlara teşvik edilmesi önem taşımaktadır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 01.06.2020  
Kabul Tarihi : 25.08.2020

#### Anahtar Kelimeler

Şeftali  
Pazarlama Marjı  
Zincirleme İndeks  
Arz Fonksiyonu  
Talep Fonksiyonu

## Economic Analysis and Marketing Margins of the Peach Market in Turkey

### ABSTRACT

In the study, it is aimed to analyze the market of peaches, which is becoming more and more important with its features such as creating raw materials for the food industry, contributing to human health, being an energy source and fertilizer. Data set is based on data between 2003-2017 obtained from TÜİK and TOB statistics. The data includes; producer and consumer prices, production, consumption, export, import, and input prices. In order to analyze the Turkey peach market, models related to supply and demand functions were estimated, marketing margin and chain index calculations were made. Regression estimation results show that fertilizer price has a negative relationship with the production and labor price has a positive relationship with the production. It has been determined that the factor that has a positive effect on demand is population. It has been calculated that according to real prices, the average marketing margin is 0.60 TL kg<sup>-1</sup>, share of the producer in consumer's price is 53.92%. The share of producer in consumer's price, which was average 60.92% between 2008 and 2011, decreased to 48.28% by 2017. This is an indication that the producer receives a lower share of the market earnings every year. For the benefit of both producers and consumers, it is important to encourage farmers to establish foundations such as cooperatives, that can reduce the marketing margin and increase the profit of the producer.

### Research Article

#### Article History

Received : 01.06.2020  
Accepted : 25.08.2020

#### Keywords

Peach  
Marketing Margin  
Chain Index  
Supply Function  
Demand Function



**Atf İçin:** Vural H, Çakan VA 2021. Türkiye Şeftali Piyasasının Ekonomik Analizi ve Pazarlama Marjları. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 379-387. DOI: <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.746725>.  
**To Cite:** Vural H, Çakan VA 2021. Economic Analysis and Marketing Margins of the Peach Market in Turkey. KSU J. Agric Nat 24 (2): 379-387. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.746725>.

## GİRİŞ

Sert çekirdekli meyveler grubunda yer alan şeftali; ülke ekonomisi, yetiştiriciliği yapılan yörelerdeki kırsal kesim ve insan beslenmesi için önemli bir tarım ürünüdür (Okan ve Engindeniz, 2016). Taze olarak tüketilebildiği gibi meyve suyu konsantresi, pulp olarak, kurutulmuş veya derin dondurma yöntemleriyle uzun süre saklanabilen şeftali; reçel ve marmelat vb. mamüller haline de getirilebilir (Birinci ve Er, 2006a). Bu yönüyle şeftali, gıda sanayi için ham madde niteliği taşımaktadır (Engindeniz ve Çukur, 2003).

Türkiye; 2018 yılında gerçekleştirdiği 789 bin ton şeftali üretimi ile dünyanın en büyük 5. üreticisi ve 110 bin tonu aşan ihracatı ile de dünyanın en büyük 4. ihracatçısı konumundadır (Anonymous, 2020a; Anonymous, 2020b). İllere göre şeftali üretimi verilerine bakıldığında başta marmara bölgesi illeri olmak üzere Türkiye'nin pek çok ilinde şeftali üretimi yapıldığı görülebilir. 2018 yılı verilerine göre; 2 milyonun aşan ağaç sayısı ve yıllık 146568 ton üretimiyle Çanakkale ili, Türkiye'nin en büyük şeftali üreticisi konumunda yer alırken; bunu sırasıyla 136810 tonluk üretimiyle Mersin ve 121984 tonluk üretimiyle Bursa takip etmektedir (Anonim, 2020b).

Çalışmada gıda sanayisine ham madde oluşturmasıyla ulusal ekonomi; dünyanın en büyük üreticileri ve ihracatçıları arasında yer alması nedeniyle de uluslararası ekonomi için önem arz eden Türkiye şeftali piyasasının analizi amaçlanmıştır. Bu amaçla; arz ve talep fonksiyonları ile ilgili modeller tahmin edilmiş, zincirleme indeks ve pazarlama marjları hesaplanmıştır. Literatür incelendiğinde, geçmişte; sarımsak (Aşkan ve Dağdemir, 2015), mercimek (Küzeci ve Ark., 2019a), kuru fasulye (Küzeci ve Ark., 2019b) ve portakal (Ertek ve Ark., 2020) piyasalarını; benzer metodlar yardımıyla inceleyen çalışmalar bulunduğu görülmektedir. Şeftali için geçmişte yapılan çalışmalara bakıldığında, Karacabey'de (Birinci ve Er, 2006a; Birinci ve Er, 2006b) ve Samsun'da (Cinemre ve Kılıç, 1999) üretim maliyetlerini ve/veya pazarlama yapısını inceleyen çalışmalar bulunsada, Türkiye şeftali piyasasını inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın literatürdeki bu açığı gidererek karar vericilerin şeftali üretimi ve pazarlaması ile ilgili uygun politikalar geliştirmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

## MATERYAL ve METOD

Çalışmanın ana materyalini Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)

istatistiklerinden elde edilen 2003-2017 yıllarına ait; şeftali üretimi, şeftali tüketimi, gübre fiyatları, mazot fiyatları, tarımsal işgücü ücretleri, nüfus, üretici fiyatları ve tüketici fiyatlarına ilişkin veriler oluşturmaktadır (Anonim, 2020a; Anonim, 2020b; Anonim, 2020c; Anonim, 2020d; Anonim, 2020e). Ulusal ve uluslararası ölçekli yayınlar ve raporlar ise çalışmanın ikincil kaynaklarıdır.

Yıllık üretici ve tüketici fiyatları; TÜİK tarafından ÜFE (ÜFE ve TARIM ÜFE) ve TÜFE madde fiyatları bölümlerinde aylık fiyat şeklinde paylaşılan şeftali fiyatlarının, yıllık ortalamaları alınarak oluşturulmuştur. Benzer şekilde TOB istatistiklerinde aylık mazot fiyatlarının yıllık ortalaması olarak paylaşılan veriler, yıllık mazot fiyatı olarak kabul edilmiştir. Yıllık gübre fiyatları ise TOB istatistiklerinde yıllık fiyat şeklinde paylaşılan 6 gübre cinsinin (%21 A.S., %26 CAN, %33 A.N., ÜRE, DAP ve 20.20.0) ortalamaları alınarak oluşturulmuştur.

Çalışmada üretime ilişkin şeftali üretici fiyatları, gübre fiyatları, mazot fiyatları, tarımsal işgücü ücretleri gibi değişkenler tarımsal üretici fiyat endeksi (2003=100) yardımıyla; tüketici fiyatı değişkeni ise tüketici fiyat endeksi (2003=100) yardımıyla reel hale getirilmiştir. Deflate işlemi için yararlanılan formüle Eşitlik 1'de verilmiştir:

$$FR = \frac{EB}{EC} * FC \quad (1)$$

Formülde yer alan FR, reel fiyatı; EB, baz yılı endeksi; EC, cari yıl endeksi ve FC ise cari fiyatları temsil etmektedir.

Tüketici fiyatları ve üretici fiyatları arasındaki fark pazarlama marjı olarak kabul edilerek reel fiyatlar için hesaplama yapılmıştır (Kohls ve Uhl, 1998; Özkan ve Ark. 2003; Topçu, 2003; Aşkan ve Dağdemir, 2015; Ertek ve ark., 2020). Cari fiyatın bir önceki yıla göre ne oranda arttığını veya azaldığını gözlemlemek amacıyla zincirleme fiyat indeksinden yararlanılmıştır. Bu yöntemde sabit bir baz yılı belirlenmeksizin; herhangi bir yıla ait indeks değeri, bir önceki yılın fiyatı temel alınarak hesaplanmaktadır (Kadanalı ve ark., 2010). Zincirleme indeks değeri için yapılan hesaplamalar Eşitlik 2'deki gibi formüle edilebilir;

$$Z = \frac{F_n}{F_{n-1}} * 100 \quad (2)$$

Formülde yer alan Z, n yılı için zincirleme indeks değerini;  $F_n$ , n yılının üretici veya tüketici fiyatını;  $F_{n-1}$  ise n yılından bir yıl önceki fiyatı temsil etmektedir. İndeks farkı ise n yılı için elde edilen zincirleme indeks değerinden 100 çıkartılmasıyla elde edilmektedir.

Pek çok tarım ürünüde üretim, bir önceki yılın fiyatı

ile ilişki içerisinde. Ancak şeftali gibi çok yıllık bitkilerde bu durum geçerliliğini yitirmektedir. Çünkü bir yıl önceki fiyatlardan etkilenecek dikilecek bir şeftali ağacının ilk meyvelerini vermesi yıllar sürecektir. Üretici fiyatının, n yılı şeftali üretimine etkisini sağlıklı bir biçimde inceleyebilmek için (n-3), (n-4) ve (n-5) yıllarındaki üretici fiyatlarının dahil edildiği bir modelin kullanılabilmesi düşünülmektedir. Ancak gözlem sayısının yetersizliği çalışmada böyle bir model kurulmasına imkan vermemektedir. Bu nedenle şeftali üretimi için oluşturulan modelde üretici fiyatlarına yer verilmemiş, sadece üretim üzerinde etkili olan girdilerin fiyatları göz önünde bulundurulmuştur. Belirlenen arz modeli Eşitlik 3'de verilmiştir;

$$\ln URTM = \beta_0 + \beta_1 MAZF_t + \beta_2 GUBF_t + \beta_3 ISGF_t + \epsilon_t \quad (3.)$$

*URTM: Şeftali Üretim Miktarı (Ton)*

*MAZF: Mazot Reel Fiyatı (TL ton<sup>-1</sup>)*

*GUBF: Gübre Reel Fiyatı (TL ton<sup>-1</sup>)*

*ISGF: Tarımsal İşgücü Reel Ücreti (TL ay<sup>-1</sup>)*

Şeftali, insan beslenmesi için önem taşıyan bir tarım ürünüdür. Her üründe olduğu gibi tarım ürünlerinde de talep üzerinde etkili pek çok faktör bulunmaktadır. Nüfus, tarım ürünleri için talebi etkileyen faktörler arasında önemli bir konuma sahiptir (Dinler, 1993).

#### Çizelge 1. Tanımlayıcı İstatistikler

*Table 1 Descriptive Statistics*

Değişkenler <i>Variables</i>	Ortalama <i>Mean</i>	Standart Sapma <i>Standard Deviation</i>	Maksimum <i>Maximum</i>	Minimum <i>Minimum</i>
Şeftali Üretim Miktarı (Ton) <i>Peach Production Quantity (Tonnes)</i>	571612.2	92897.14	771459.0	372000.0
Şeftali Tüketim Miktarı (Ton) <i>Peach Consumption Quantity (Tonnes)</i>	468996.8	70805.28	587582.0	308579.0
Şeftali Tüketici Reel Fiyatı (TL ton <sup>-1</sup> ) <i>Peach Real Consumer Price (TL tonnes<sup>-1</sup>)</i>	1297.333	168.0334	1590.000	990.0000
Nüfus (Kişi) <i>Population (person)</i>	73750500	4412590	80810525	67187251
Mazot Reel Fiyatı (TL ton <sup>-1</sup> ) <i>Real Diesel Price (TL tonnes<sup>-1</sup>)</i>	1577.231	181.0842	1941.010	1276.200
Tarım İşçisi Reel Ücreti (TL ay <sup>-1</sup> ) <i>Real Wages of Agricultural Worker (TL month<sup>-1</sup>)</i>	463.8493	104.4646	602.2800	290.4200
Gübre Reel Fiyatı (TL tonnes <sup>-1</sup> ) <i>Real Fertilizer Price (TL tonnes<sup>-1</sup>)</i>	380.5027	78.05195	587.4300	303.3000

#### BULGULAR ve TARTIŞMA

Türkiye'nin şeftali üretimi ile ilgili çeşitli göstergeleri içeren Çizelge 2'ye bakıldığında meyve veren ağaç sayısının yıllar içerisinde dalgalı bir seyir izlemekle birlikte 2011 yılından itibaren sürekli olarak arttığı; meyve vermeyen ağaç sayısında ise yıllar içerisinde dalgalı bir seyir gerçekleşmesine rağmen, 2018 yılında 2003 yılına göre meyve vermeyen ağaç sayısında %82.60 oranında artış gerçekleştiği görülmektedir.

Üretim verileri incelendiğinde 2003 yılında üretimin 470 bin ton olduğu; bu rakamın 2010 yılında 2003 yılına göre %14.76 artışla 539403 tona ulaştığı, 2018 yılında ise 2003 yılına göre %67.96 artışla 789457 ton seviyesine ulaştığı görülebilir. Verime ilişkin verilere bakıldığında, 2003 yılında bir meyve veren ağaçtan

fiyat faktörünün ise her üründe olduğu gibi tarım ürünleri üzerinde de etkisi bulunmakla birlikte; tarım ürünlerinin genellikle beslenme gibi zorunlu ihtiyaçları karşılamak için kullanılmasından dolayı bu etki sınırlıdır. Yani tarım ürünlerinde talebin fiyat esnekliği katıdır. Tarım ürünleri talebine etki eden genel özellikler dikkate alınarak şeftali talep modeli oluşturulmuştur. Modele, Eşitlik 4'de yer verilmiştir;

$$\ln TKT M = \beta_0 + \beta_1 TUKF_t + \beta_2 NFS_t + \epsilon_t \quad (4.)$$

*TKTM: Şeftali Tüketimi ((Şeftali Üretim Miktarı+İthalat)-(Üretim Kayıpları+Kayıplar+İhracat)) (Ton)*

*TUKF: Şeftali Tüketici Fiyatı (TL ton<sup>-1</sup>)*

*Nüfus: Kişi Sayısı*

Şeftali piyasasında arz ve talep fonksiyonlarının tahminini gerçekleştirmek amacıyla en küçük kareler (EKK) yönteminden yararlanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Her iki fonksiyonun tahmini için de, en uygun istatistiksel sonuçları veren yarı-logaritmik (Log-Dog) modellerden yararlanılmıştır. EKK tahmini için Eviews 10 paket programından yararlanılmıştır.

Arz ve talep modellerinde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklere Çizelge 1'de yer verilmiştir.

ortalama 35.33 kg şeftali hasat edilirken, 2017 yılına gelindiğinde ortalama verimin %27.93 artışla 45.20 kg seviyelerine çıktığı, 2018 yılında ise verimin 45.97 kg seviyelerine ulaştığı gözlenmektedir.

2003-2017 yılları için ortalama değerlerine bakıldığında; meyve veren ağaç sayısının 14587, meyve vermeyen ağaç sayısının 2899, üretimin 571612 ton ve verimin 39.04 kg olduğu görülmektedir.

Toplam şeftali tüketimi, ithalatı ve ihracatına ilişkin istatistiklere Çizelge 3'de yer verilmiştir.

Veriler incelendiğinde toplam tüketimin 2003 yılına göre 2010 yılında %20.35, 2017 yılında %47.32 oranında arttığı; kişi başına tüketimin 2003 yılına göre 2010 yılında %8.70, 2017 yılında %30.17 oranında arttığı görülebilir. Dış ticarete ilişkin veriler

incelendiğinde; Türkiye'nin 2003 ve 2004 yıllarında şeftali ithalatı gerçekleştirmediği, 2005 yılından itibaren ithalatın başladığı görülmektedir. Ancak, toplam tüketim içerisindeki ithal edilen ürün oranının 2005 yılında %0.003, 2010 yılında %0.01, 2017 yılında %0.005 ve 2018 yılında %0.003 olduğu düşünüldüğünde; 2005 yılı ve sonraki yıllarda ithalatı gerçekleştirilen şeftalinin, toplam şeftali tüketiminin

oldukça düşük bir miktarını oluşturduğu ifade edilebilir. İhracata ilişkin verilere bakıldığında; 2003-2016 yılları arasında 58 bin ton ile 22 bin ton aralığında ihracat gerçekleştiren Türkiye'nin; 2017 yılında 107727 ton, 2018 yılında ise 114312 ton ihracat gerçekleştirerek önceki yıllara göre ihracatını önemli ölçüde arttırdığı görülmektedir.

Çizelge 2. Türkiye'de 2003-2018 Yılları Şeftali Ağaç Sayısı, Üretim ve Verim İstatistikleri  
Table 2 Peach Production, Number of Trees and Productivity Values in Turkey Between 2003-2018

Yıllar Years	Ağaç Sayısı (Bin) Number of Trees (Thousand)		Üretim (Ton) Production (Tonnes)	Verim (kg) (üretim meyve veren ağaç <sup>-1</sup> ) Yield (kg) (Kilogramme Number of Bearing Trees <sup>-1</sup> )
	Meyve Veren Bearing	Meyve Vermeyen Non Bearing		
2003	13300	2150	470000	35.33
2004	13650	2130	372000	27.25
2005	13900	2588	510000	36.69
2006	13840	2321	552775	39.94
2007	14375	2546	539435	37.52
2008	14076	2632	551906	39.20
2009	13928	2736	547219	39.28
2010	14364	3065	539403	37.55
2011	13447	2261	545902	40.59
2012	14181	3537	611165	43.09
2013	14546	3683	637543	43.82
2014	15149	3420	608513	40.16
2015	16338	3280	642727	39.33
2016	16647	3574	674136	40.49
2017	17064	3575	771459	45.20
2018	17170	3926	789457	45.97
Ortalama (Mean)	14748.44	2964	585227.50	39.46

Kaynak: Anonim, 2020b; Orijinal Hesaplamalar.

Çizelge 3. Şeftali Tüketimi ve Dış Ticaretine İlişkin Göstergeler (2003-2018)  
Table 3 Indicators Related to Peach Consumption and Foreign Trade (2003-2018)

Yıllar (Years)	Tüketim (Ton) (Consumption) (Tonnes)	Kişi Başına Tüketim (kg) (Per Capita Consumption) (kg)	Yeterlilik Derecesi (%) (Degree of Self-Sufficiency (%))	İthalat (Ton) (Import)(Tonnes)	İhracat (Ton) Export(Tonnes)
2003	375278	5.59	111.0	-	44699
2004	308579	4.54	106.8	-	22824
2005	416385	6.05	108.5	1322	39860
2006	454204	6.51	107.8	1955	40577
2007	461414	6.54	103.6	2955	20934
2008	450457	6.30	108.5	1550	43407
2009	454811	6.27	106.6	2993	35605
2010	447644	6.07	106.8	8285	41160
2011	455711	6.10	106.1	7010	37376
2012	501324	6.63	108.0	3977	47612
2013	533838	6.96	105.8	4623	38318
2014	507949	6.54	106.1	9965	43844
2015	523031	6.64	108.9	7134	57568
2016	556745	6.98	107.3	2737	46772
2017	587582	7.27	116.3	3488	107727
2018	596114	7.26	117.3	2015	114312
Ortalama Mean	476941.63	6.39	107.87	4286.36	48912.19

Kaynak: Anonim, 2020b; Orijinal Hesaplamalar.

Tüketim ve dış ticarete ait göstergelerin 2003-2017 ortalamaları; tüketim için 455018 ton, kişi başına tüketim için 6.33 kg, yeterlilik derecesinin için %107.88, ithalat için 3866 ton ve ihracat için ise 44552

ton olarak hesaplanmıştır.

Şeftali reel fiyatları ve bu fiyatlardan yararlanılarak oluşturulan pazarlama marjı hesaplarına Çizelge 4'de yer verilmiştir.

Çizelge 4. Türkiye'de 2003-2017 Yılları için Reel Fiyatlara Göre Şeftali Pazarlama Marjları (2003=100)  
Table 4 Peach Marketing Margin by Real Prices in Turkey Between 2003-2017 (2003=100)

Yıllar Years	Üretici Fiyatları (TL kg <sup>-1</sup> ) <i>Producer Price</i> (TL kg <sup>-1</sup> )	Tüketici Fiyatları (TL kg <sup>-1</sup> ) <i>Consumer Price</i> (TL kg <sup>-1</sup> )	Pazarlama Marjı (TL kg <sup>-1</sup> ) <i>Marketing Margin</i> (TL kg <sup>-1</sup> )	Üreticinin Eline Geçen (%) <i>Producer's Share</i> (%)	Aracının Eline Geçen (%) <i>Middlemen's Share</i> (%)
2003	0.66	1.35	0.69	48.89	51.11
2004	0.90	1.59	0.69	56.60	43.40
2005	0.66	0.99	0.33	66.67	33.33
2006	0.71	1.35	0.64	52.59	47.41
2007	0.72	1.55	0.83	46.45	53.55
2008	0.65	1.13	0.48	57.52	42.48
2009	0.86	1.35	0.49	63.70	36.30
2010	0.74	1.32	0.58	56.06	43.94
2011	0.85	1.28	0.43	66.41	33.59
2012	0.58	1.10	0.52	52.73	47.27
2013	0.59	1.19	0.60	49.58	50.42
2014	0.62	1.40	0.78	44.29	55.71
2015	0.69	1.47	0.78	46.94	53.06
2016	0.64	1.23	0.59	52.03	47.97
2017	0.56	1.16	0.60	48.28	51.72
Ortalama <i>Mean</i>	0.70	1.30	0.60	53.92	46.08

Kaynak: Anonim, 2020a; Orijinal Hesaplamalar.

Şeftali reel fiyatları incelendiğinde 2003 yılında 0.66 TL kg<sup>-1</sup> olan üretici fiyatı; 2010 yılında 2003 yılına göre %12.12 artışla 0.74 TL kg<sup>-1</sup> seviyelerine çıkmış, 2017 yılına gelindiğinde ise 2003 yılına göre %15.15 düşüşle 0.56 TL kg<sup>-1</sup> seviyelerine gerilemiştir. Tüketici fiyatlarına bakıldığında 1 kg şeftali 2003 yılında 1.35 TL seviyelerindeyken, 2010 yılında bu rakam 1.32 TL seviyesine 2017 yılına gelindiğinde ise 1.16 TL seviyesinde gerçekleşmiştir. Reel pazarlama marjına bakıldığında; 2003 yılında 0.69 TL kg<sup>-1</sup> olan marjın yıllar içerisinde dalgalı bir seyir izlemekle beraber en düşük seviyesini 2005 yılında 0.33 TL kg<sup>-1</sup> ile gördüğü, en yüksek seviyesine ise 2007 yılında 0.83 TL kg<sup>-1</sup> ile ulaştığı görülebilir. Reel fiyatlara ilişkin ortalamalara bakıldığında; üretici fiyatı 0.70 TL kg<sup>-1</sup>, tüketici fiyatı 1.30 TL kg<sup>-1</sup> ve pazarlama marjı 0.60 TL kg<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır.

Üreticinin eline geçen ve aracının eline geçen değere ilişkin oranlara Çizelge 4'de yer verilmiştir. 2003 yılına bakıldığında 1 kg şeftalinin tüketiciye satışından elde edilen gelirin %48.89'u üreticinin eline %51.11'i ise aracının eline geçerken; 2010 yılına gelindiğinde üreticinin eline geçen oran %56.06 seviyelerine çıkmış, aracının eline geçen oran ise %45.94 seviyelerine gerilemiştir. 2017 yılına gelindiğinde oranların 2003 yılına göre yüksek oranda değişim göstermediği;

üreticinin eline geçen oranın %48.28, aracının eline geçen oranın ise %51.72 olduğu görülmektedir. Ortalama üreticinin eline geçen oran %53.92, tüketicinin eline geçen oran ise %46.08 olarak hesaplanmıştır. 2008-2011 yılları arasında ortalama %60.92 olan reel üreticinin eline geçen değer oranının 2017 yılına gelindiğinde %48.28'e gerilemesi; piyasada her geçen yıl elde edilen kazançtan üreticiye daha az pay düştüğünün göstergesidir.

Çizelge 5'de cari fiyatlara göre üretici ve tüketici zincirleme indeks değerleri hesaplanmış; elde edilen indeks farkları, üretici fiyat endeksi (ÜFE) ve tüketici fiyat endeksi (TÜFE) değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Sonuçlar üretici indeksinin 2004, 2006, 2007, 2009, 2011, 2014 ve 2015 yıllarında ÜFE'den daha yüksek olduğunu; tüketici indeksinin ise 2004, 2006, 2007, 2009, 2010, 2013, 2014 ve 2015 yıllarında TÜFE'den daha yüksek olduğunu göstermiştir. İndeks farkının ÜFE'den daha yüksek olması üreticinin faydasına olacağı için belirlenen yıllarda fiyatın şeftali üreticisinin lehine geliştiği ifade edilebilir. Tüketici indeks farkının TÜFE'den daha yüksek olduğunu yıllarda şeftali tüketici fiyatlarındaki artış, genel tüketici fiyatlarındaki artıştan daha yüksektir. Bu nedenle indeks farkının TÜFE'den yüksek olduğu yıllarda tüketicinin, diğer ürünlerle mukayese



edildiğinde şeftali satın alma gücünün zayıfladığı ifade edilebilir.

Çizelge 6'da şeftali arz fonksiyonu için gerçekleştirilen yarı logaritmik regresyon sonuçlarına yer verilmiştir.

Model incelendiğinde işgücü ücreti ve gübre fiyatı değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu görülebilir. Mazot fiyatı değişkeni ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 5. Türkiye'de 2003-2017 Yılları için Üretici ve Tüketici Zincirleme İndeks Değerleri  
*Table 5 Producer and Constumer Chain Index Values in Turkey Between 2003-2017*

Yıllar Years	Üretici Fiyatı (TL kg <sup>-1</sup> ) Current Producer Price (TL kg <sup>-1</sup> )	Cari Üretici Zincirleme İndeks Producer Chain Index	Üretici İndeks Farkı Producer Index Difference	ÜFE PPI	Tüketici Fiyatı (TL kg <sup>-1</sup> ) Current Consumer Price (TL kg <sup>-1</sup> )	Cari Tüketici Zincirleme İndeks Consumer Chain Index	Tüketici İndeks Farkı Consumer Index Difference	TÜFE CPI
2003	0.66	100	-	13.9	1.35	100	-	18.4
2004	1.11	168.18	68.18	13.8	1.72	127.41	27.41	9.3
2005	0.82	73.87	-26.13	2.7	1.16	67.44	-32.56	7.7
2006	0.96	117.07	17.07	11.6	1.74	150	50	9.7
2007	1.05	109.38	9.38	5.9	2.17	124.71	24.71	8.4
2008	1.06	100.95	0.95	8.8	1.75	80.65	-19.35	10.1
2009	1.42	133.96	33.96	5.9	2.21	126.29	26.29	6.5
2010	1.47	103.52	3.52	8.9	2.36	106.79	6.79	6.4
2011	1.78	121.09	21.09	13.3	2.43	102.97	2.97	10.5
2012	1.28	71.91	-28.09	2.5	2.27	93.42	-6.58	6.2
2013	1.29	100.78	0.78	7	2.65	116.74	16.74	7.4
2014	1.53	118.60	18.60	6.4	3.39	127.92	27.92	8.2
2015	1.86	121.57	21.57	5.7	3.82	112.68	12.68	8.8
2016	1.78	95.70	-4.30	9.9	3.45	90.31	-9.69	8.5
2017	1.75	98.31	-1.69	15.5	3.64	105.51	5.51	11.9

Kaynak: Anonim, 2020a; Orijinal Hesaplamalar.

Çizelge 6. Arz Fonksiyonu için Hazırlanan Yarı-Logaritmik (Log-Dog) Regresyon Sonuçları  
*Table 6 Semi-Logarithmic (Log-Lin) Regression Results of Supply Function*

Değişkenler Variables	Katsayı Coefficient	Standart Hata Standard Error	t-İstatistik t-Statistic
C	12.40233	0.196619	63.07802***
ISG	0.001527	0.000235	6.505513***
MAZ	0.000255	0.000155	1.649082
GUB	-0.000710	0.000391	-1.816791*
Düzeltilmiş R <sup>2</sup> Adjusted R <sup>2</sup>	0.77	F-istatistik F-statistic	13.24336***
Durbin-Watson istatistik Durbin-Watson statistic	2.44		

t-istatistik değerlerine; P<0.01 ise \*\*\*, 0.01<P<0.05 ise \*\*, 0.05<P<0.1 ise \* konulmuştur.

Modelin düzeltilmiş R<sup>2</sup> değeri 0.77 olarak hesaplanmış olup; F istatistik değeri %1 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Düzeltilmiş R<sup>2</sup> ve F istatistiği sonuçları, modelin fonksiyonu analiz etmede yeterli bir araç olduğunu göstermiştir. Durbin-Watson istatistik değeri 2.44 olarak belirlenmiş, böylece modelde otokorelasyon sorunu olmadığı teyit edilmiştir.

Şeftali üretiminde, özellikle hasat zamanında işgücü kullanımına yoğun olarak ihtiyaç duyulmaktadır. Öyle ki, işgücü girdisinin şeftali yetiştiriciliği için en önemli girdilerden biri olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Nitekim çalışma kapsamında hazırlanan model de bu ilişkiyi %1 önem düzeyinde doğrulamaktadır. İki değişken arasındaki ilişkinin yönü incelendiğinde, bir girdi fiyatında gerçekleşen

artışın üretimi arttırmaktan çok azaltması bekleneneği için elde edilen sonuçların iktisadi olarak anlamlı olmadığı düşünülebilir. Ancak işgücü değişkeninin diğer değişkenlerden farklı olarak içerisinde insanı barındırması, bu değişkenin farklı dinamiklere sahip olmasına neden olmaktadır. Dünyanın pek çok bölgesinde yapılan çalışmalar, işgücü ücreti ile verimlilik arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğunu doğrular niteliktedir. Bu çalışmalar; Bangladeş'te daha yüksek pirinç veriminin tarımda ücretleri artırdığını (Emran ve Shilpi, 2018) ve 1950'lerin ortalarından 2001 yılına kadar yapılan incelemede Kanada'da işgücü ücretleri ile işgücü verimliliğinin birlikte hareket ettiğini (Fisher ve Hostland, 2002) göstermiştir. Bu bağlamda; bireysel beslenmenin, işgücü ücretleri (veya çiftlik çıktıları)

üzerindeki etkisini inceleyerek beslenme durumu/işgücü verimliliği ilişkisine değinen (Haddad ve Bouis, 1989), nitelsiz işgücünün verimi ve dolayısıyla işgücü ücretlerini azalttığını belirten (Makal, 2001) ve Türkiye tarım sektöründe çalışanların önemli bir bölümünün ücretsiz aile işçilerinden oluşmasının düşük verimliliğe neden olan önemli faktörlerden biri olduğunu belirten (Ağazade ve Eştürk, 2019) çalışmaların da önem taşıdığı düşünülmektedir. Türkiye’de çeşitli piyasalar için hazırlanan arz fonksiyonlarında ise farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Kuru fasulye (Küzeci ve Ark., 2019b) için oluşturulan modelde işgücü ücreti ile üretim arasında zıt yönlü bir ilişki ile karşılaştırılırken, portakal (Ertek ve Ark., 2020) için yapılan çalışmada ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Kuru fasulyenin tarla bitkileri sınıfına girmesi nedeniyle üretim esnasında işgücüne duyulan ihtiyaç ve bu ihtiyacın şiddeti şeftaliye göre farklılık göstermektedir. Dolayısıyla şeftali ile bahsi geçen bitki arasında sonuçlar üzerinden karşılaştırma yapmak hatalı bir yargıya varılmasına neden olabilir. İşgücü kullanımı konusunda şeftaliye benzerlik gösteren portakal için hazırlanan arz fonksiyonunda ise istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara ulaşılamamıştır.

Modelde istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmeyen tek değişken reel mazot fiyatı olarak belirlenmiştir. Bu durumun temel nedeninin, şeftali yetiştiriciliğinde makine çekigücü kullanımına kıyasla büyük ölçüde işgücü kullanılması olabileceği düşünülmektedir. Türkiye’deki diğer tarımsal ürün piyasaları için hazırlanan modellerden de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Şeftali ile mukayese edildiğinde makine gücünden daha fazla yararlanılabilen kuru fasulye (Küzeci ve Ark., 2019b) için hazırlanan arz fonksiyonunda, mazot ve üretim arasında zıt yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye karşılaştırılırken; makine ve işgücü kullanım miktarı şeftaliye benzeyen portakal (Ertek ve Ark., 2020) için hazırlanan arz fonksiyonunda, mazot ve üretim arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Çizelge 7’de şeftali talep fonksiyonu için hazırlanan doğrusal regresyon sonuçlarına yer verilmiştir. Sonuçlar nüfus artışının şeftali tüketimini pozitif yönlü etkilediğini ortaya koymuştur. Sabit terim ve nüfus değişkenleri %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, tüketici fiyatı değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 7. Talep Fonksiyonu için Hazırlanan Yarı Logaritmik (Log-Dog) Regresyon Sonuçları  
Table 7 Semi-Logarithmic (Log-Lin) Regression Results of Demand

Değişkenler <i>Variables</i>	Katsayı <i>Coefficient</i>	Standart Hata <i>Standard Error</i>	t-İstatistik <i>t-Statistic</i>
NFS	0.0000000305	4.69E-09	6.498835***
TUKF	-0.000201	0.000123	-1.629993
C	11.05829	0.409150	27.02747***
Düzeltilmiş R <sup>2</sup> ( <i>Adjusted R<sup>2</sup></i> )	0.77	F-istatistik ( <i>F-statistic</i> )	25.50290***
Durbin-Watson istatistik ( <i>Durbin-Watson stat</i> )	1.44		

t-istatistik değerlerine; P<0.01 ise \*\*\*, 0.01<P<0.05 ise \*\*, 0.05<P<0.1 ise \* konulmuştur.

Gerçekleştirilen F testi, modelin %1 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterirken, Düzeltilmiş R<sup>2</sup> değeri 0.77 olarak tespit edilmiştir. Durbin-Watson istatistiği incelenerek, modelin otokorelasyon sorunu olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye şeftali piyasasını analiz etmek amacıyla; pazarlama marjı ve zincirleme indeks hesapları yapılmış, arz ve talep fonksiyonları için hazırlanan modeller tahmin edilmiştir. Ağaç sayısı, üretim ve verime ilişkin istatistikler incelendiğinde; meyve veren ağaç sayısının 2014, üretim miktarının 2012 ve verimin ise 2011 yılından itibaren 2003-2018 yılları ortalamasının üzerine çıktığı görülebilir. Ağaç miktarı ve verimde eşanlı olarak gerçekleşen artış 2017 yılındaki üretimi; 2010 yılına göre %43.02, 2003 yılına göre %64.14 arttırmıştır. Yakalanan bu artış trendi 2018 yılında da devam ederek bir önceki yıla

göre %2.33 oranında üretim artışı sağlanmıştır. Buna göre son yıllarda üretimi arttırma konusunda önemli bir yol katedildiği ifade edilebilir. Tüketime ilişkin istatistiklere bakılacak olursa; kişi başına tüketimdeki artış oranının toplam tüketimdeki artış oranına göre düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Üretici fiyatları incelendiğinde, şeftali üretici reel fiyatının 2017 yılında 2003 yılına göre %15.15 oranında azaldığı görülebilir. Aynı dönemde gübre reel fiyatı %12, mazot reel fiyatı %6 ve işgücü reel ücreti ise %98 oranında artış göstermiştir. Yine aynı dönemde meyve veren ağaç başına verimlilikte %30.11 oranında artış gerçekleşirken, üretimde %64.14 oranında artış gerçekleşmiştir. Gerçekleşen verim ve üretim artışı için kaç birimlik girdi kullanıldığı bilinmediği için yalnızca fiyatlardaki değişimler üzerinden üretici kârı üzerine yorum yapmak yanıltıcı sonuçlara ulaşılmasına neden olabilir. Ancak ürün satış fiyatlarında ve girdi fiyatlarında gerçekleşen değişimler nedeniyle, Türkiye’de şeftali üretimi yapan

işletmelerinin ekonomik analizi üzerine çalışmalar yapılarak üretici kârının belirlenmesi ve geçmişte yapılan çalışmalarla karşılaştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Şeftali pazarlama marjları incelendiğinde; reel pazarlama marjının seneler içerisinde azalış eğilimi göstermesine karşın üreticinin eline geçen değer 2012 yılından itibaren genel ortalamanın altında kaldığı saptanmıştır. Ortalama üreticinin eline geçen değer, reel fiyatlara göre %53.92 olarak belirlenmiştir. Pazarlama marjlarının azalması üretici ve tüketicinin lehine olacağı için, pazarlamada üreticilerin hakimiyetinin arttırılması, çiftçilerin kooperatifler gibi üretici örgütlenmelerine önem vermeleri ve örgütlerin devlet tarafından etkili şekilde desteklenmesine sektörün büyük ihtiyacı bulunmaktadır.

Arz modelinde üretim azalışına neden olan istatistiksel olarak anlamlı tek değişkenin reel gübre fiyatı değişkeni olduğu saptanmıştır. Tarımsal üretimde vazgeçilmez bir girdi olan gübrenin fiyatının üretimi sektöre ugratmayacak seviyeye getirilebilmesi için yerli gübre sanayinin üretim kapasitesi arttırılmalı ve AR-GE faaliyetlerine önem verilmelidir. Üretim üzerinde olumlu etkileriyle ön plana çıkan değişken ise işgücü ücreti olarak belirlenmiştir. İşgücü için ücret artışının üretim üzerinde pozitif etkiler yaratıyor olması, işgücü fiyatlarının artmasıyla hem üreticinin hem de tarım işçisinin gelir düzeyinin artacağı anlamına gelebilir. Genellikle kırsal kesimde yaşamını sürdüren üreticiler ve tarım işçileri için gelir artışı; kırsal kalkınma üzerinde de olumlu etkiler yaratacaktır. Bu nedenle gelecek çalışmalarda işgücü fiyatı ile üretim arasındaki ilişki üzerinde daha çok durularak; ilişkinin yönü ve etkilerinin araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Ağazade S, Eştürk Ö 2019. Türkiye Tarım Sektöründe Emek Verimliliği ve İstihdam İlişkisinin İncelenmesi. SGD-Sosyal Güvenlik Dergisi 9(2): 237-254.
- Aşkan E, Dağdemir V 2015. Türkiye Sarımsak Piyasasının Ekonomik Analizi. Alinteri Journal of Agriculture Sciences 28(1): 19-26.
- Anonymous 2020a. Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. (Alınma Tarihi: 20.07.2020)
- Anonymous 2020b. Trademap. <https://www.trademap.org/>. (Alınma Tarihi: 20.07.2020)

- Anonim 2020a. Türkiye İstatistik Kurumu. Enflasyon ve Fiyat. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=kategorist#>. (Alınma Tarihi: 03.03.2020)
- Anonim 2020b. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Ürün Denge Tabloları ve Bitkisel Üretim İstatistikleri. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001). (Alınma Tarihi: 20.07.2020)
- Anonim 2020c. Tarım ve Orman Bakanlığı. Bitki Besleme İstatistikleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Bitki-Besleme-ve-Tarimsal-Teknolojiler/Bitki-Besleme-Istatistikleri>. (Alınma Tarihi: 03.03.2020)
- Anonim 2020d. Türkiye İstatistik Kurumu. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt İstatistikleri. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1059](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1059). (Alınma Tarihi: 20.07.2020)
- Anonim 2020e. Türkiye İstatistik Kurumu. Tarımsal İşletmelerde (Hanehalkı) Ücret Yapısı Anketi Sonuçları, Tarım İşçilerinin Ortalama Ücretleri. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1004](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1004). (Alınma Tarihi: 20.07.2020)
- Birinci A, Er K 2006a. Bursa İli Karacabey İlçesinde Organik Ve Konvansiyonel Şeftali Üretiminin Ekonomik Açından Mukayesesi Ve Pazarlaması Üzerine Bir Araştırma. Tarım Ekonomisi Dergisi 12(1): 19-30.
- Birinci A, Er K 2006b. Bursa İli Karacabey ilçesinde organik ve konvansiyonel şeftali üretiminin maliyetler açısından karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 37(2): 207-216.
- Cinemre H A, Kılıç O 1999. Samsın İli Çarşamba ilçesinde şeftali üretiminde fiziki girdi kullanım seviyelerinin tespiti, şeftali üretim maliyeti ve pazarlama yapısı üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 14(1): 117-132
- Dinler Z 1988. Tarım ekonomisi. Ekin Kitapevi Yayınları, Divit Matbaası, İstanbul, 345 sy.
- Engindeniz S, Çukur F 2003. İzmir ili Kemalpaşa ilçesinde şeftali üretiminin teknik ve ekonomik analizi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 40(2): 65-72.
- Emran S, Shilpi F 2018. Agricultural productivity, hired labor, wages, and poverty: Evidence from Bangladesh. World Development 109: 470-482.
- Ertek N, Demir O, Keskin A 2020. Türkiye'de Portakal Piyasasının Ekonomik Analizi ve Pazarlama Marjları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 51(1): 1-7.
- Fisher T, Hostland D 2002. The Long View: Labour Productivity, Labour Income and Living Standards in Canada. The Review of Economic Performance and Social Progress 2: 243-258.
- Haddad L, Bouis H E 1989. The impact of nutritional status on agricultural productivity: wage evidence from the Philippines. Warwick - Development Economics Research Centre, 97.

- Küzeci U, Dağdemir V, Kahraman T 2019a. Türkiye’de mercimek piyasasının ekonomik analizi ve pazarlama marjları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 34(3): 279-288.
- Küzeci U, Dağdemir V, Demir O 2019b. Türkiye’de Kuru Fasulye Piyasasının Ekonomik Analizi ve Pazarlama Marjları. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(2): 379-386.
- Kadanalı E, Kızıloğlu R, Dağdemir V 2010. Türkiye’de Limon Fiyatlarının Analizi Ve Pazarlama Marjları. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi. Şanlıurfa.
- Kohls R I, Uhl J N 1998. *Marketing of Agricultural Products*. Purdue University, Macmillan Publishing Company, Eight Edition, New Jersey, 560 pp.
- Makal A 2001. Türkiye’de 1950-1965 Döneminde Tarım Kesiminde İşgücü ve Ücretli Emeye İlişkin Gelişmeler. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi* 56(3): 104-140.
- Okan N, Engindeniz S 2016. İzmir’in Selçuk İlçesindeki Şeftali Bahçelerinin Gelir Yöntemiyle Değerlemesi Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 53(2): 139-146.
- Özkan B, Hatırlı S A, Akçaöz H, Karadeniz C F 2003. Turunçgil Fiyatlarının Analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 8(1-2): 37-49.
- Topcu Y 2003. Gıda Ürünlerinde Pazarlama Marjı ve Cebirsel Analiz. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 34(2): 199-207.



## Satisfaction Levels of Cooperative Partners in The New World Order: Case of Çukobirlik

Murat İsmet HASEKİ<sup>1</sup>, Selim GÜNDÜZ<sup>2</sup>, Celile Özçiçek DÖLEKOĞLU<sup>3\*</sup>

Çukurova University, Kozan Faculty of Business, 01502, Kozan, Adana, <sup>2,3</sup>Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Faculty of Business, 01250, Sarıçam, Adana.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1461-7285>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-5289-6089>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-4421-2956>

✉ : [codolekoglu@atu.edu.tr](mailto:codolekoglu@atu.edu.tr)

### ABSTRACT

The continuity of the organizations is directly proportional to the satisfaction of the service recipients. The presence of many partners, beneficiaries and employees in cooperatives requires high cooperation. Therefore, it is important to reveal the service quality of the cooperatives and to determine the expectations of the partners. This study was carried out in Çukobirlik, which ranks third in Turkey cooperatives and first among the agricultural cooperatives in terms of number of partners, with the aim of determining the partners' service satisfaction, their perception related to cooperative activities and their intentions for diversification of these activities. 831 surveys were applied. 94.8% of the participants in the study are men and the agricultural production experience of 76.4% of them is over 21 years. It was seen that the satisfaction level of the partners from Çukobirlik's services is high in all dimensions, and the dimensions of assurance, competency and enthusiasm came to the fore compared to other dimensions. With the global pandemic of Covid-19, it has once again manifested itself that agricultural production is an activity that is the first and most affected by all extraordinary situations and affects all humanity with its results. The collective production model is a guarantee of sustainability.

### Research Article

#### Article History

Received : 26.07.2020

Accepted : 15.10.2020

#### Keywords

Agricultural Sales Cooperatives  
Partner Satisfaction  
Çukobirlik  
Turkey

## Yeni Dünya Düzeninde Kooperatif Ortaklarının Memnuniyet Düzeyleri: Çukobirlik Örneği

### ÖZET

Örgütlerin devamlılığı hizmet alanların memnuniyeti ile doğru orantılıdır. Kooperatiflerde çok sayıda ortak, yararlanıcı ve çalışanların varlığı iş birliğinin yüksek olmasını gerektirir. Bu nedenle kooperatiflerin hizmet kalitesinin ortaya konulması ve ortakların beklentilerinin belirlenmesi önemlidir. Bu çalışma, Türkiye'deki kooperatifler içerisinde ortak sayısı bakımından 3. sırada olan, tarımsal kooperatifler arasında da ilk sırada yer alan tarım satış kooperatiflerinde ortakların hizmetlerden memnuniyeti, kooperatif faaliyetleri ile ilgili algıları ve faaliyetlerin çeşitlenmesine yönelik niyetlerini belirlemek amacıyla Çukobirlik özelinde yapılmıştır. Çukobirlik'in faaliyetinin olduğu 11 ilde gönüllülük esasına göre 831 ortakla yüz yüze olarak anket uygulanmıştır. Çalışmaya katılanların %94.8'i erkek olup, %76.4'ünün tarımsal üretim deneyimi 21 yılın üzerindedir. Ortakların Çukobirlik'in hizmetlerinden memnuniyet düzeyleri her boyutta yüksek olduğu görülmüş olup, güvence ve yeterlilik boyutu ile heveslilik boyutu diğer boyutlara nazaran öne çıkmıştır. Tarımsal üretim faaliyetinin tüm olağanüstü durumlardan ilk ve en fazla etkilenen, sonuçları ile tüm insanlığı etkileyen bir faaliyet olduğu, küresel düzeyde yaşanan COVID-19 kaynaklı pandemi ile bir kez daha kendisini göstermiştir. Kolektif üretim modeli sürdürülebilirliğin bir güvencesidir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 26.07.2020

Kabul Tarihi : 15.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

Tarım Satış Kooperatifi  
Ortak Memnuniyeti  
Çukobirlik  
Türkiye

## INTRODUCTION

Agriculture takes place under different risks and uncertainties due to its nature. It is very important to support agricultural production and producers through various tools and policies to reduce these risks and uncertainties. One of the important tools to eliminate risks is the organization of producers. The basis of agricultural organization is based on cooperatives, and its purpose is for people to come together and cooperate (Bilgin et al., 2007). As cooperatives dating back to 1800's still continues to be an important model in the world, cooperatives in Turkey have begun to decline after the year 1980 (Altınkaya, 2010). The largest shareholder of the economic organization in the agricultural sector in Turkey are agricultural cooperatives (Yercan, 2007). In addition to their important duties and responsibilities in the continuity of agricultural production, creating added value and trade, the role of cooperatives, including producers in a wide range of products, in regulating the market and protecting the rights of their partners is also important. One of the most important factors that distinguish cooperative enterprises from other types of companies is that the priority and benefit of the society are their main objectives. In addition, it is a priority to create an organization in which the works that are beneficial to do together are made in cooperation and to continue this organization by considering social responsibilities. The most important factors for the creation of such a structure are that the partners have unity of purpose, know each other and have socio-economic relations with each other (Ertan and Kaya, 2012).

The wide field of activity and the number of partners require observing the services provided by cooperatives from a larger perspective. Scientific researches on cooperatives started in the early 20<sup>th</sup> century. The first studies were carried out in France, the Soviet Union, Greece, USA, Belgium and Germany and continued to be the subject of research for many years. First edition in Turkey is Ethem Nejat's (1910) "Our Country and Cooperative Companies" that he wrote in the Journal of Ottoman Agriculture and Commerce. Research on cooperatives, especially in the agricultural sector, increased after the 1980's. Regional, local studies are more dominant in the literature. Although it has been done in different regions and with different cooperatives, many studies have been directed to evaluate the activities of cooperatives (Şahin et al., 2013; Erdem, 2018; Topuz and Bozoğlu, 2016; Çayabatmaz, 2014; Duguid et al., 2015; Aktoprak, 2019). In addition, research that determines the socio-economic structures of cooperative partners (Yercan, 1996; Acar and Yıldırım, 2000; Dedeoğlu and Yıldırım, 2006; Ünal and Yercan, 2006; Özdemir, 2005; Serinikli and İnan, 2007; Yücel and Acar, 2018) have been

widely covered in the literature over the years. Researches about the satisfaction and partner relationships of cooperative partners have revealed important findings in increasing the efficiency of cooperatives (Kendircioğlu, 2008; Özdemir et al., 2014; Topuz and Bozoğlu, 2015; Ertan and Kaya, 2012; Everest and Yercan, 2016; Ertan and Turan, 2001; Bilgin et al., 2007; Alçiçek and Karlı, 2016; Kılıç, 2011; Kinikli and Yercan, 2017; Engin, 2018; Kara et al., 2016). In recent years, beyond being an intermediary institution, cooperatives have expanded their fields of activity and started to take on the role of producers and retailers. In addition to consumer and cooperative relations, they have brand and advertisement oriented works (Oğuz and Mete, 2017; Baş and Göral, 2018; Everest et al., 2018; Alagöz et al., 2018).

The continuity of agricultural production is more important in extraordinary situations such as wars, economic crises, embargoes, natural disasters, and pandemic risks. Providing food safety is possible with strong organization. Production planning in line with the country's needs, crop processing, distribution and delivery to consumers at affordable prices can only be created with a culture of solidarity. The address of this organization and culture are cooperatives. It is essential that cooperatives are effective and productive. Organizing and acting together in the fields with a large number of beneficiaries is of great benefit to the producer, organization, consumer and society in general. In a sector with many producers, intermediaries and buyers, such as the agricultural sector, the success of the organization depends on the commitment of the members to the organizations, their trust and satisfaction. It is very important in terms of widespread effect in organizations that have many partners/members and operate in large geographies.

This study was carried out to reveal Çukobirlik partners' satisfaction from cooperative activities, their perceptions about these activities and their intentions for diversification of activities. Although many studies on cooperatives are encountered in the literature, these studies include limited number of partners and results at a local level. Apart from the study which Bilgin and Kuzey (2013) investigated the cooperative managers' charismatic leadership behavior, partner cooperation and performance satisfaction and put forward the fact that the loyalty of the partners strongly affects the cooperation, no study particular in Çukobirlik was identified that aimed to participate in the activities of the cooperative. It is obvious that the results obtained with the originality of this research in terms of scope and purpose will cover a wide audience.

## Cooperatives and the Importance of Cooperatives in Agriculture

It is an indisputable fact that acting with organization

and cooperation is as old as human history. In the early ages, while people were still living in tribal form, they first used their physical power in the caves. In particular, they were frightened by the natural phenomena that they could not understand and make sense of, and therefore could not define, with their power of understanding. They needed to hunt to survive and come together in small groups to be protected from wild animals and neighbors' looting. For these basic needs, coming together, doing shared work, working together and solidarity, which are a feature of human nature, have manifested themselves under various purposes for many thousands of years. This basic motive has become an integral element of the general characteristics of societies and, on the one hand, has been influenced by the development of societies, and on the other hand has developed societies. Acting together for solidarity and common benefit is not just for economic interests.

The root of cooperatives is based on the word "Cooperatio", which means cooperation in Latin language. The word "cooperatis", on the other hand, actually means "to cooperate". "The broad meaning of cooperatives or cooperation is collective activity, combining the effort and opportunities and working together in a harmonious way to achieve a result that a large audience is looking for" (Çıkmış and Karacan, 1994). Another frequently used definition of the cooperative is "the unification attempt of people who come together with their main desires and wills such as production collaboration, credit, employment, residence procurement, and create a workplace and business with their own economic efforts to meet these needs" (Fındıkoğlu, 1967). On the other hand, from economic perspective, cooperatives are to bring together economic powers through solidarity in order to offer the consumers the things they cannot do alone or benefit from doing together in the best way, at cost price (Mülayim, 1992).

Cooperatives also come to the fore with their social aspects as producers' organizations that provide solutions to many common problems of the society in the most appropriate way and also provide space, time and material benefits (Haseki, 2007). The organization system provides producers with advantages such as getting more shares from added value, reducing agricultural input costs, better product prices, ease of obtaining technical information, and increasing bargaining power. In addition to this, organization gives an opportunity to the authorities that determine the agricultural policies to make balanced decisions by establishing a dialogue with one or more organizations representing the producers. In short, the knowledge that farmer organizations constitute the basic element of agricultural development in developed countries shows that organization is inevitable and necessary (Ceylan, 2019).

Cooperatives, dating back to the 1800's, form an important social economic model in the world. Cooperatives, which are a social institution as well as an economic institution, are based on the seven basic principles of cooperatives accepted by the International Cooperative Union. Beyond the active economic participation of the partners, these principles are the elements that support the economic and financial success of the cooperative.

Cooperatives, which had important roles and successful practices in the past, lost its power from time to time in the face of rapid industrialization. However, the fact that the organized, collective approach has gained strong market and marketing capability since the 1990's has led to re-appreciation of cooperatives. Thus, it has entered a reconstruction process. As a result of the changes in economic and social life and public administration understanding, the world has turned towards reducing the role of states in economic and social areas, liberalizing and localizing administrative, political and economic structures, moving from planned economy to market economy and balancing the development of different economic sectors. In this process, the need for formations that can meet the unmet economic and social needs of the society in the best way by playing an active role in the areas discharged by the public authority has increased rapidly. In many developed countries, economic solidarity organizations, such as cooperatives, which have their own responsibilities, have largely filled this gap (Ministry of Customs and Trade, 2012). At the same time, the positive results of the organized movements of the producers in the European Union, the efforts of the World Trade Organization to support the collective structures such as cooperatives among the practices that do not disturb the competition conditions, and efforts to shorten the distance between the producer and the consumer have become the factors motivating the reconstruction. As a part of the "short supply chain" concept, which was first included in the EU Rural Development Program in 2016, the role of cooperatives has become even more important. In the legislation published within the scope of this program, it was pronounced as "the proximity of social and geographical relations among local development and producers, manufacturing industry and consumers, including a limited number of intermediaries". The main purpose is to confront both producers and consumers with less cost, in a sustainable food quality. This coincides with the basic principles of cooperatives.

Cooperatives, which is regarded as the third sector besides the private and public ones in the economic and social development of developed countries, continues to be the most common model that can enable people to organize in line with common goals (Sayın and Sayın, 2004). Today, cooperatives have performed better than



many multinational companies as part of a network system at local, regional and global levels in many parts of the world. According to the International Cooperatives Union's Global 300 study in 2019, the 2017 turnover of the world's top 300 cooperatives (\$ 2,035 billion) is higher than the 12 EU member and candidate countries' (Croatia, Montenegro, North Macedonia, Albania, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Hungary, Kosovo, Poland, Romania, Serbia and Turkey) GDP (\$ 1,942 billion). It is also close to the GDP of Association of Southeast Asian Nations countries (Indonesia, Malaysia, Philippines, Thailand, Vietnam) (International Cooperation Alliance, 2019). This high turnover, is equivalent to approximately 3 times the GDP Turkey which ranks 20th in the 2017 ranking of world GDP (IMF, 2020). While Turkey has the highest number of cooperatives in Europe along with Italy, France, and Spain, it is not among the countries that has the highest annual turnover. France (307 € billion), Germany (195 € billion), Italy (150 € billion) and the Netherlands (81 € billion) are the countries with the highest annual turnover in Europe. Agriculture is an industry with an annual turnover of more than 39% (347 € billion) of the total cooperative turnover in Europe (Cocolina and Cooperatives Europe, 2016). There are 250,000 cooperatives in the EU that hold 163 million citizens (one third of the EU population) and employ 5,4 million people (Anonymous, 2020a).

Products in Turkey that carry the brand of agricultural cooperatives are also located on the shelves. Many local cooperative products such as Torku, which has the widest production line, Atatürk Forest Farm, Trakya Birlik, Tariş, Agricultural Credit Cooperatives, Fiskobirlik, products of university faculties of agriculture and Ovacık Agricultural Development Cooperative are offered to consumers.

### **Agricultural Cooperatives in Turkey**

In the Turkish society, cooperatives are a concept that is based on assistance and collaboration with names such as "give and take", "guild" and "akhism which means working together (Başaran et al. 2015). Even though similar practices dates much back in Turkey, in cooperative approach began to show itself with the increasing importance of the State's regulatory aspect in the Republican Era.

According to 2017 data, there are 30,659 cooperatives with 5,788,239 partners operating in Turkey. 40% of them is related to agricultural activity and 68% of the total partners are registered in these cooperatives (National Cooperative Union of Turkey, 2018). The most active cooperatives in the agricultural sector belong to the agricultural development cooperatives. The highest number of partners is in the Beet Planters Cooperative, depending on the width and prevalence of the production area in the historical process

(1,409,721). This is followed by the Agricultural Credit Cooperative (911,218), the Agricultural Development Cooperative (758,801) and the Agricultural Sales Cooperative (533,456).

Çukobirlik, where this study was designed, is a Cooperative Union formed by 275 partners in Adana, Ceyhan and Tarsus Agricultural Sales Cooperatives on the date 15.10.1940 in order to evaluate the products of cotton producers in Çukurova region and to provide support to the producer. It was reconstructed in 1985. In 1989, it was assembled with the "Peanut Agricultural Sales Cooperatives Union" of which the short name was "Yerfiskobirlik" and the title of the institution was changed as "Çukurova Cotton, Peanut and Oilseeds Agricultural Sales Cooperatives Union". As it can be clearly seen from the Çukobirlik 2019-2023 Strategic Plan prepared in 2019, Çukobirlik serves approximately 34,000 productive partners with 36 Cooperatives covering 11 provinces from Mersin to Bismil, from Batman to Hatay. Çukobirlik, which processes cotton, sunflower, peanut, canola and soybean, which it bought through Affiliated Cooperatives, has 7 SAWGIN factories and 5 ROLLERGIN enterprises. Because the machinery technology of the factories is old, the enterprises work at 60% capacity. Total capacity is 1,048,320 kg per day (20 hours). Some of the enterprises are rented out and some of them are not operated since there is no product to process (Çukobirlik, 2019). The construction of the biodiesel facility, which will produce in accordance with the EU norms, was completed on the basis of providing service to Çukobirlik partners with the understanding of "Bring the oilseed, take the biodiesel" within the Çukobirlik Center Integrated Facilities. This facility has a processing capacity of 120 tons/day with 2,000 m<sup>2</sup> open and 800 m<sup>2</sup> closed area (Çukobirlik, 2019).

Çukobirlik has a Central Oil Factory on Adana – Mersin highway and an Oil Factory in Ceyhan. Çukobirlik's Central Oil Factory can process oilseeds such as cottonseed, sunflower, canola and soy with its modern extraction system. The Central Oil Factory has an average of 330 tons/day cottonseed, 250 tons/day soy, 250 tons/day sunflower and 230 tons/day canola processing capacity. The Central Oil Factory has 30,000 tons of cottonseed, 5,000 tons of shell, 3,000 tons of pulp, 18,000 tons of crude and neutral oil, 500 tons of refined oil and 8,000 tons of soy storage capacity. In the factory, while soap is produced as a by-product and pulp and linter used in the feed industry as waste product. Ceyhan Oil Factory, on the other hand, has an average of 220 tons/day soy, 190 tons/day sunflower and 180 tons/day canola processing capacity (Çukobirlik, 2019).

The market value of mass cotton, sunflower and soybean prices in the region is formed by the price determination of Çukobirlik. The waiting of



institutions and organizations operating in the same field of activity in the market for the price to be announced by Çukobirlik and explaining their prices then, also show the presence, effectiveness and balancing role of Çukobirlik in the market.

## MATERIAL and METHOD

The main material of the research consists of the data obtained from the face-to-face survey conducted with the Çukobirlik partner producers. In this questionnaire, besides the questions asked to determine the socio-demographic characteristics of the partners, there is also the SERVQUAL service quality scale adapted by the authors. The surveys were conducted in 11 provinces in the Çukobirlik field of activity, on a voluntary basis and 831 questionnaires that were pre-checked were evaluated.

In the analysis of the data, besides descriptive statistical methods, factor analysis and reliability analysis, which are among the multivariate statistical analysis methods, were also used. In addition, IBM SPSS Statistics 26 Beta version and Excel program were used in the analysis of the data.

### Sampling Method:

While determining the people to be included in the study, stratified random sampling technique which is one of the probability sampling methods was used. The main mass of the study was grouped according to the provinces in which Çukobirlik operates, and then randomly, people were included in the sample in proportion to the number of members from each province. A questionnaire was requested by reaching all the identified partners, but some partners refused to participate in the study. For this reason, a number of people as much as the number of people who did not answer the questionnaires were chosen randomly again and the data collection process was completed. Also, since some partners were found to fill the questionnaire sloppily, their responses were not evaluated.

The sample size representing the population of the number of active partners in Çukobirlik has been calculated by the formula (1).

$$n = \frac{\times^2 Npq}{d^2(N-1) + \times^2 pq} \quad (1)$$

Here, n; the sample large size,  $\times^2$ ; table value (3.841 for 5% significance), N; population large size (approximately 11000), p; population ratio (0.5 was accepted) and d; accuracy or margin of error (taken as 0.05). When these values are written in the formula (1); It is obtained as  $n = 371$

$$n = \frac{(3,841).(11000).(0,5).(0,5)}{0,05^2(11000-1) + (3,841).(0,5).(0,5)} \approx 371.$$

As can be seen, with an margin of error 5%, the minimum sample size required for the study was calculated as approximately 371 persons. For of the study is more reliable, the sample size in the study was kept higher than this value (831 people).

### Analysis Method:

In the study, the SERVQUAL scale, which is frequently used in the literature in the measurement of service quality, was adapted and used. SERVQUAL and SERVPERF scales come first among the methods used to measure service quality. SERVQUAL scale is a five-dimensional scale consisting of 22 items developed by Parasuman et al. (1988). In this scale, the items of physical structure, equipment and field staff, refer to the tangibility dimension, reliable and fast delivery of the promised service refer to the reliability dimension, willingness/enthusiasm to assist the consumer in service-related situations refers to the responsiveness dimension, the employers' knowledge and sense of trust they create on interlocutors refer to the assurance dimension and, finally, the employers' individual empathy and attention to the customers refer to the empathy dimension. The 5-point Likert-type proposals prepared to reveal their perceptions were asked for the evaluation of the partners in the service area of Çukobirlik.

Explanatory factor analysis was applied to the obtained data. As a result of the analysis, the KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) sampling adequacy measure was calculated as 0.940, Bartlett's spherical test chi-square value was calculated as 11320.309 ( $p < .05$ ) and it was determined that the data was suitable and sufficient for factor analysis. Cronbach's Alpha value was obtained as 0.931 when reliability analysis was performed, thus, it was determined that the reliability of the data was very high. As a result of the explanatory factor analysis, the dimensions of the SERVQUAL scale were determined as reliability, enthusiasm, tangibility, empathy, responsiveness and assurance. Regarding the expressions belonging to these dimensions, the average of satisfaction levels of the partners was calculated and which expressions are above and which are below the average were determined.

## RESEARCH FINDINGS

### General Findings

In order to reveal the satisfaction of the agricultural sales cooperative partners from the cooperative and their opinions about diversification of the cooperative activities particularly in Çukobirlik, an analysis of the face-to-face survey data was conducted. Descriptive findings related to this are first presented in Table 1. According to this table, it is seen that only 5.2% of the participants are women, about half of them are over 50 years old and therefore 76.4% of them have farming

experiences more than 21 years. As general population is aging in Turkey, farming population is also aging rapidly. According to TURKSTAT data, the middle age increased from 28.3 in 2007 to 32.4 in 2019 (TÜİK, 2020) and the average age of rural residents was 55 (Arısoy, 2019). In addition, rapid migration from rural to urban areas continues due to the low level of agricultural income, shortcomings in the social and cultural infrastructure of rural areas, terrorism, finding new job opportunities and education. In 2019,

the share of people living in towns and villages fell by 0.5 points to 7.2% compared to the previous year, and the ratio of people older than 65 increased by 2 points to 9.1% (TÜİK, 2020). The education level of 43.6% of those living in these regions is at primary school or literacy level, and the only source of income of 52.7% of them are agricultural activities. This also explains the low level of income. Approximately 40% of the partners own a workplace in parallel with agricultural activity.

Table 1 Descriptive Statistics.

Çizelge 1. Tanımlayıcı Bulgular.

Household size	Percentage (%)	Age	Percentage (%)
1-2	23.5	< 29	1.3
3-5	53.8	30-39	13.2
6-8	21.3	40-49	36.4
>9	1.4	> 50	49.1
Gender	Percentage (%)	Social security	Percentage (%)
Female	5.2	Pension Fund	8.3
Male	94.8	Agriculture SSI	80.9
Marital status	Percentage (%)	Social Security Organization for Artisans and self-employed	0.4
Married	95.4	Private Insurance	0.5
Single	4.6	None	10.0
Education	Percentage (%)	Non-agricultural work	Percentage (%)
Literate-Primary School	43.6	Self-employed	40.1
Elementary School	19.3	Officer	3.2
High School	28.3	Employer	4.0
Undergraduate and above	8.8	None	52.7
Income (Month)	Percentage (%)	Agricultural experiences (year)	Percentage (%)
<1500	13.6	< 10	5.3
1501-3000	42.4	11-20	18.2
3001-4500	14.3	21-30	29.3
4501-600	15.1	31-40	26.6
>6001	14.6	>41	20.5
Use of Internet	Percentage (%)	Willingness to use mobile app	Percentage (%)
Yes	57	Yes	67
No	43	No	33

Ercan et al. (2019) stated that modern practices should be followed in order for Turkey to remain strong in agriculture and emphasized that breaking the prejudices about the use of these practices will be possible by encouraging cooperative and shared use. Although there are weaknesses such as high average of age, low level of education, inadequate infrastructure studies and policies, and dependency on foreign countries, they stated that farmers' starting to have knowledge and awareness about smart agriculture will create positive results in this regard. In this study, it is supported by the findings that the partners are more likely to use mobile technologies. In order to lead its partners in line with the principles of education, training, information, cooperation and social responsibility, and to get their opinions on the

use of technology in agriculture, the voluntary use of a mobile application developed by the cooperative was determined. In the findings, it was seen that the use of internet among "the employees of agriculture, forestry and fishery" (38.6%) (ÖİKR, 2018a) is above the Turkey average (57%) and willingness to use the mobile application was determined as 67%. The use of smart technologies in agriculture will increase productivity, quality and added value, by working less but smarter and obtaining more quality products with fewer resources (ÖİKR, 2018b).

#### Findings on the Production Activities of the Partners and their Relationship with the Cooperative

The total area covered by the surveyed partners is

164,250 decares, 78% of which is property (Fig. 1). The largest production area (68,765 decares) is devoted to cotton agriculture, the main field of activity of the cooperative. Wheat comes second and its total area is 37,649 decares. Although the cooperative covers a wide geographical area and spans the region with wide ecological features, the product diversification of the partners is for products purchased by the public and cooperatives, especially wheat, which has the market guarantee. However, there is also a smaller scale herbal production suitable for the production pattern of the region (Fig. 2). Partners agree to sell these products significantly if they are bought by the cooperative (86.5%). Many successful cooperative brands in the world have been in the market for many years. In the mid-1970s, more than 80 cooperatives sold 300 food products under their own brand in the USA. Many cooperatives have served as leaders in creating quality and standards of diversity and logistics, using test laboratories, and labeling (USDA, 1990). Agricultural cooperatives are important and have a strong market presence in the European food supply chain. Agricultural cooperatives' market share is 83% in the Netherlands, 79% in Finland, 55% in Italy and 50% in France (EPRS, 2019).

In Finland, S group, which has 2,4 million partners and serves as a roof for 19 regional and 6 local cooperatives, operates in the retail and service sector with 1841 types of goods and services. It has the largest fruit and vegetable retail share in Finland and has generated 11,525 million Euro sales revenue in 2018 (S-Ryhma, 2018). In Japan, 37% of households use the products and services of consumer cooperatives. The share of total production of agriculture, forestry and fishery sold by cooperatives is 50% (Anonymous, 2019). 75% of wheat and cereals in Canada, 97% of milk and 96% of flower in the Netherlands, 76% of milk, 70% of cereals, 60% of fresh vegetables and fruits and 55% of all agricultural products in Germany, and 70% of olive oil in Spain are processed and marketed by cooperatives (Vural, 2014).

The high share of cooperative products in the market is a result of consumers' demand for these products. There are also studies showing that in Turkey there is a notable demand for the cooperative products in the market and this demand will increase significantly. In a study conducted in Çanakkale, it was determined that 60% of consumers consume cooperative products regularly and 57.7% of those who do not consume have the potential to become consumers in the future (Everest et al., 2018). In a study conducted in Ankara, it was determined that 22% of consumers prefer the cooperative brand during shopping and the brands they know most are Torku (68%) and Marmarabirlik (14%) (Baş and Göral, 2018). In a study conducted in Konya, it was determined that the use of the image of cooperatives in the brand advertisements of

cooperatives producing food will have a positive effect on consumers (Alagöz et al., 2018). With the idea that Çukobirlik's strong infrastructure and wide range of ecological diversity will be a great opportunity to be active with many products in the market, the volunteers were asked to sell other products they produced to Çukobirlik and a yes response of 87% was received (Table 2). The partners are highly supportive of the cooperative not only in producing but also in selling to the consumer (4.2), and especially expect it to produce vegetable oil (4.4). The rate of willingness to purchase this oil was determined as 4.2 (Fig. 3). Çukobirlik' purchasing and processing other products not only ensures the sales of the partners' products but also allows consumers to access the products through this channel, which is a short supply chain.

The main task of the cooperatives is not only to buy products that are within the scope of the cooperative's core activities, but also to provide in-kind and cash support to ensure the continuity of production and to meet the needs of the partners. Çukobirlik supports the producers of the region as the prices of agricultural fertilizers, pesticides and seeds distributed to the producers are favorable in comparison to market conditions. Prices are not determined in the market until Çukobirlik determine pesticide and fertilizer prices. According to the results of the questionnaire, while its partners supply seeds and pesticides significantly from the cooperative, they supply other inputs from non-cooperative sources. However, there is a high expectation for these inputs to be provided by the cooperative (Table 3).

### Cooperative Satisfaction Analysis of Partners

In the marketing field, SERVQUAL model, which is the most used model for measuring service quality, consists of 5 sub-dimensions. In this study, comments were made considering the mean, standard deviation and satisfaction percentage of the items in each sub-dimension (Table 4).

**Tangibles** include the material elements of the enterprise, the service provider. The partners' satisfaction with these elements is 74.4%. Although this rate is high, satisfaction with the equipment and appearance of buildings and offices is low. It was determined that the element that attracts attention and increase reliability in the **reliability** dimension, which is defined as the ability to perform the promised service accurately and fully, is the sensitivity in keeping error-free records. This is important for the principles of "Economic Participation of the Partner", "Autonomy and Independence", "Education, Training and Informing" which are among the cooperative principles to be fully realized. The overall reliability average was also found noteworthy. Another issue of trust is the impression that employees make on working. In the level of **enthusiasm** expressed as the

knowledge and kindness of employees and the ability to awaken trust, the satisfaction level of the partners were found to be high and the enthusiasm of the employees for helping the partners came to the fore.

Considering the education level and age group of the partners, it is very important that this level of satisfaction is high. The highest level of satisfaction is calculated in **assurance and competency** dimension.

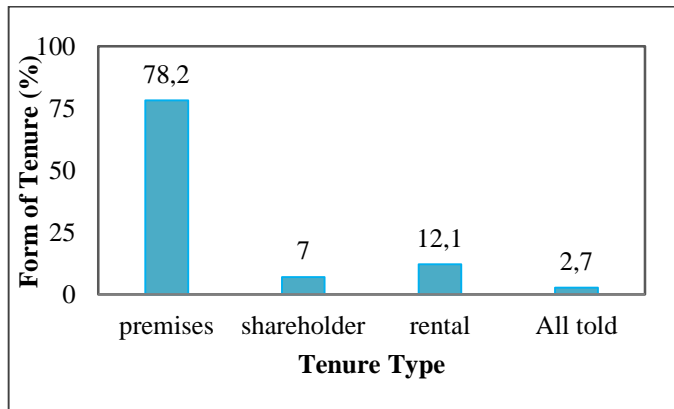


Figure1. Form of Tenure (%)  
Şekil 1. İşlenen Alan Biçimi (%)

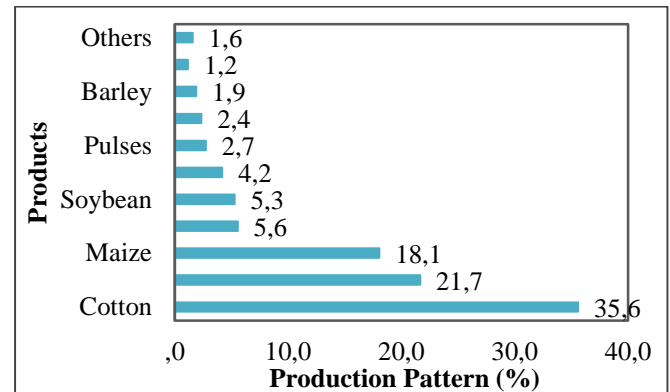


Figure 2. Production Pattern (%)  
Şekil 2. Üretim Deseni (%)

Table 2. Sale of Products  
(Çizelge 2. Ürünlerin Satışı)

Sold place (Satış yeri)	Percentage (%)	Willingness to sell (Satış gönüllülüğü)	Percentage (%)
Dealer	60.7	Yes	86.5
Çukobirlik	19.6	No	4.3
Çukobirlik and Dealer	8.4	Changeable	0.1
TMO	2.5	Missing value	9.1
Missing value	8.8		

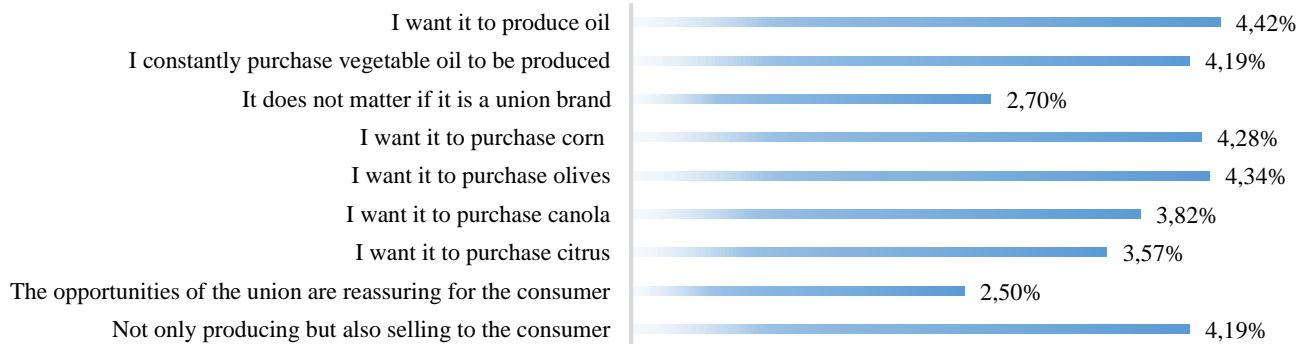


Figure 3. Opinions on Activity Diversification  
(Şekil 3. Faaliyetlerini Çeşitlendirmeye İlişkin Görüşler)

Table 3. Attitudes and Behaviours Related to The Supply of Agricultural Inputs (%)

Çizelge 3. Tarımsal Girdilerin Alımı ile İlgili Tutum ve Davranışlar (%)

	Well-Supplied (Sağlanan)	Requested (Talep edilen)
Fertilizer	44.4	55.6
Seed	63.7	36.3
Pesticide	65.2	34.8
Credit	28.6	71.4
Provender	12.5	87.5
Farming Tool	6.0	94.0
Agricultural vehicle	6.5	93.5

Employees' ability to work and the perception of

assurance and competency they give to the partners in carrying out the transactions create the impression that the cooperative is successful in terms of employment policy and employee training. Bilgin et al. (2007) in their study with Tariş partners stated that the increasing trust between the cooperative and the partner positively affects the performance, whereas Şahin et al. (2013) stated that trust in being a partner to the cooperative is an important factor. Employees' personal interest towards partners also has a high sense of satisfaction (*empathy*). The situation that draws attention in this dimension and creates relatively lower satisfaction is that the working hours are not arranged in accordance with the partners.



Agricultural activity cannot be carried out within the standard time frame existing in many branches of business, it is inevitable that the working hours of the partners and the working hours of the cooperative are partially incompatible. Although the studies investigating common cooperative relations were mostly focused on providing administrative and agricultural input, satisfaction level was found high in Agricultural Sales Cooperatives. While in Kendirlioğlu's study (2008) conducted with Tarış

partners the presence of satisfaction was revealed, in the study of Kara et al. (2016) conducted with the partners of agricultural development cooperatives in Bolu and Düzce, it was stated that there was 63.8% level of dissatisfaction. Alçiçek and Karlı (2016) stated in their study in Burdur that 57.69% of Agricultural Credit Cooperative members, 42.31% of Beet Growers Cooperative members, and 20.00% of Fishery Cooperative members were satisfied with the current management.

Table 4. SERVQUAL Scale Dimensions  
 (Çizelge 4. SERVQUAL Ölçek Boyutları)

Expressions (İfadeler)	Average (Ort.)	Standart Deviation (Std. Sapma)	Satisfaction Percentage (%) (Memnuniyet Yüzdesi (%))
<b>Tangibles (Somut Özellikler)</b>			
Çukobirlik has a modern-looking equipment.	3.25	1.235	64.99
Çukobirlik buildings and offices are pleasing to the eye.	3.37	1.185	67.50
Çukobirlik employees have clean and proper looking.	4.40	.719	88.00
The items and materials used while serving in Çukobirlik are pleasing to the eye.	3.83	1.017	76.64
<b>Total</b>	<b>3.72</b>	<b>.829</b>	<b>74.40</b>
<b>Reliability (Güvenilirlik)</b>			
Çukobirlik fulfills its promises on time	4.15	.772	83.00
Çukobirlik employees show a sincere interest in solving the partners' problems.	4.26	.714	85.15
Çukobirlik provides the right service at the first time.	4.16	.740	83.15
Çukobirlik provides a service as previously promised.	4.18	.734	83.68
Çukobirlik is very sensitive about keeping the records error-free.	4.52	.628	90.40
<b>Total</b>	<b>4.25</b>	<b>.584</b>	<b>85.00</b>
<b>Enthusiasm (Heveslik)</b>			
Çukobirlik employees tell their partners exactly when a service will be provided.	4.27	.682	85.47
Çukobirlik employees provide fast service to their partners.	4.30	.694	85.97
Çukobirlik employees always want to help their partner.	4.40	.657	87.94
Çukobirlik employees are never too busy to answer their partners' requests.	4.30	.763	85.92
<b>Total</b>	<b>4.31</b>	<b>.568</b>	<b>86.25</b>
<b>Assurance and Competency (Güvence ve Yeterlilik)</b>			
The behavior of Çukobirlik employees arouses confidence in their partners.	4.39	.695	87.71
Çukobirlik partners feel safe while their transactions are being made.	4.45	.685	89.07
Çukobirlik employees are always kind to their partners.	4.45	.621	89.07
Çukobirlik employees have the knowledge to answer the questions of their partners.	4.39	.652	87.89
<b>Total</b>	<b>4.42</b>	<b>.572</b>	<b>88.49</b>
<b>Empathy (Empati)</b>			
Çukobirlik takes care of each partner individually.	4.26	.648	85.12
Çukobirlik working hours are arranged in accordance with all partners.	4.21	.756	84.18
Çukobirlik has employees who are personally interested in each partner.	4.25	.711	85.00
Çukobirlik keeps the benefits of its partners above everything else.	4.09	.878	81.76
Çukobirlik employees understand the special requests of their partners.	3.92	.967	78.39
<b>Total</b>	<b>4.15</b>	<b>.625</b>	<b>83.02</b>

## RESULTS

Since the existence of mankind, people have been trying to make their life easier by collaborating,

working together and cooperating. Agriculture, which is as old as the history of humanity, has been practiced in cooperation. Social and economic development in

developed and developing countries is based on cooperatives. Cooperatives are used as an important tool in spreading democracy, ensuring peace, protecting the environment, creating employment, mobilizing resources and creating investments in the world (Topuz and Bozoğlu, 2015). Cooperatives have a wide range of practices from production to consumption. However, it is more common in agriculture and rural life due to its population and widespread effect. Democracy, which is the main feature of the cooperatives principle, is focused on increasing the benefits of all partners within the framework of equal rights regardless of the farmers' property assets. In addition to the high diversity of agricultural activities, the fact that the production factors of farmers are not equal, the uncertainties arising from the nature of agricultural production, the production depends on certain periods and conditions, the low capital turnover, and the low share of the producer in the product value chain necessitates the organized movement. With the full implementation of the principles and articles of association, cooperatives offer advantageous opportunities for the economic and social development of rural residents engaged in agricultural activities.

The success of all stages of agricultural products starting from the field, the garden and the feedlots to consumption depends on the success of the organization in this field (İnan, 2001). The question of what the economic and social effectiveness of the rural development and agricultural sales cooperatives as an economic and social initiative in Turkey that increase their activities in the market is comes forward. The ability of cooperatives to increase their this effectiveness is to reveal what their partners' perceptions and thoughts regarding the cooperative are and to make improvements in the areas where there is dissatisfaction. In the study, it was determined that the partners have the highest satisfaction from Çukobirlik services in the field of assurance and competency, but it was also observed that their satisfaction level is low in terms of tangibles. Improving the physical elements in all units in this sense will be effective in the partners'safety and satisfaction levels.

Producing cost-effective and quality goods and services can be counted among the values of cooperatives. Cooperatives are also businesses that are sought after for fair pricing, solidarity, and uniting producers and consumers without intermediaries. Due to these functions, it facilitates the producers' service or production under free market conditions. It makes the producer more durable in the competitive environment and ensures its survival. It guarantees to the consumers that the goods or services they will receive are of good quality and reasonable prices. Cooperatives, in a sense, act as insurance in the

market by ensuring that there are also businesses that have the power to compete with businesses operating in the private sector in the free market. Continuation of this is possible by supporting sustainable production with a strong brand. The market share of cooperative brands is increasing day by day. For cooperatives with wide production patterns such as Çukobirlik, the value of creating a retail brand will be unquestionably high. Volunteering and willingness of the partners to sell their products to Çukobirlik (86.5%) is an important data that the attempts to be made in this regard will be successful. However, Haseki's determination (2007) about Çukobirlik's having a marketing mentality that is far from being consumer oriented is taken into consideration, the competency and initiatives of the cooperative management in this regard should be focused rather than the producers' volunteering. In the field of agriculture, if the enterprises cannot differentiate against the similar products of their competitors with the brand they own, consumers cannot see any difference as a reason of preference when comparing with similar products at the time of purchase. Differentiation is very important for customer loyalty. For this differentiation, the creation of a cooperative brand such as Torku, Tariş, Marmarabirlik is essential. Differentiation in the eyes of the consumer is also important in terms of the extent to which the product and service differ against competitors and whether this differentiation carries any value. The most important difference in food products can be created by highlighting "safety". Because, consumers' looking for healthier and safer food and their consumption have been increasing. Cooperatives are the institutions that will give the most correct answer to consumers' search for safety in food products. Especially in the Covid-19 pandemic process, proper hygiene conditions in agricultural products and ensuring the continuity of agricultural production will be possible through cooperatives. Controlled production and packaging and flow directly from the producer to the consumer can be done by cooperatives. Thus, the added value is created by the partners through the cooperative. On the other hand, the continuity of the food supply is also the subject of the discussion in the Covid-19 pandemic process. In addition to the completion of agricultural activities carried out with manpower, on time and under necessary qualifications, it is possible to ensure the continuity of this process by securing agricultural workers. The solution to this is possible with cooperatives. In recent years, cooperatives have started to become widespread in order to increase consumer benefit in addition to producer-oriented formation. Therefore, the cooperative is an important model not only for those who produce goods and services, but also in the social field. These cooperatives emerge as an organizational model that responds to changes in the business world (Esim and Katajamaki,

2017). Worker cooperatives are among the most important ones in social cooperatives. There are 84,799 worker cooperatives in the world. These cooperatives have 4,369,600 members and their annual turnover is US \$ 124 billion (Anonymous, 2020b). The Covid-19 pandemic once again left the agricultural sector vulnerable to nature due to quarantine and social isolation. Many countries have limited or stopped their exports of agricultural products in case of a food crisis. In this process, the disruption of agricultural activity not only put the nutrition of the whole society at risk, but also put the employment of agricultural workers at the bottom of the income distribution at risk. In addition, disruptions in producers' transactions such as timely harvesting on time and transportation caused a decrease in income. World history has witnessed many crises and it is doubtless that it will happen from now on. For this reason, in order to ensure reliable production of basic consumption goods, cooperatives should act as workers' agencies in order to ensure healthy production. These measures need to be taken faster for a region such as Çukurova, where production continues for 4 seasons continuously and has an important share in the country's herbal production.

Cooperatives, which balance the economic life, have the power to make social life more balanced. Cooperatives, especially the institutions where small and medium-sized producers come together, will ensure the continuity of production and prevent unemployment by ensuring their institutional sustainability under competitive free market conditions. It will increase living standards, create a safer social environment by ensuring economic security, and prevent individuals from becoming disadvantaged.

### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

### Acknowledgement

The authors wish to thank the Çukobirlik board of directors, employees and partners.

### REFERENCES

- Acar İ, Yıldırım İ 2000. Economic Analysis of Farms Operating as Member of Dönerdere Agricultural Development Co-Operative Which Runs a Dairy. Yüzüncü Yıl University Faculty of Agriculture Journal of Agricultural Sciences, 10 (1): 61-70.
- Aktoprak S 2019. Economic Structure of Irrigation Cooperatives in Edirne Province and Analysis of Cooperative Member Relations. Tekirdağ Namık Kemal University Institute of Science, Ph.D. Thesis, pp. 147.
- Alagöz SB, Karabıyık HÇ, Yılmaz A 2018. Effect and Differentiation on Consumer Perception of Commercial Films of Cooperative Enterprises: A Research in Konya Province. Karamanoğlu Mehmetbey University Journal of Social and Economic Research, 20(35): 50-58.
- Alçiçek G, Karlı B 2016. Evaluation of Co-operative-Associate Relations in Agricultural Co-Operatives of Burdur Province. Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University, 21(1): 83-91.
- Altınkaya Z 2010. The Requirement for Challenge of Cooperative Structure in Turkey? Journal of Anadolu Bil Vocational School of Higher Education, 17: 59-70.
- Anonymous 2019. Cooperatives in Japan. <https://icaap.coop/ICANew/President/assets/Cooperatives%20in%20Japan-Country%20Brochure.pdf>. (Access Date: 16.05.2020).
- Anonymous 2020a. European Commission. Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Cooperatives. [https://ec.europa.eu/growth/sectors/social-economy/cooperatives\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/social-economy/cooperatives_en). (Access Date: 27.03.2020).
- Anonymous 2020b. COPAC COOP Committee for the Promotion and Advancement and Cooperatives. Data Explorer. <http://www.copac.coop/data-explorer/>. (Access Date: 27.06.2020).
- Arısoy H 2019. Kente Göçün Önlenmesi Beklentilerin Karşlanmasıyla Mümkün. Tarım Orman. <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/280/kente-gocun-onlenmesi-beklentilerin-karsilanmasiyla-mumkun>. (Access Date: 15.05.2020).
- Baş M, Göral S 2018. The View of Consumers to Retail Brands; An Example of a Cooperative Brand. Third Sector Social Economic Review, 53(3): 852-864. DOI: 10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.18.09.783.
- Başaran H, Birinci S, Şener HB, Özçağlar A, Zeyrek AE 2015. Yerel Dayanımdan Büyük İşletmelere (Yüzyıllık Geçmişle Tarım Satış Kooperatifleri). 21st International Turkish Cooperative Congress, Karabük.
- Bilgin N, Ergün E, AYTEKİN M 2007. Kooperatif Ortaklarının Güven Duygusu ile Ortakların Performans-Tatmin Arasındaki İlişki: Tariş'te Bir Uygulama. Dokuz Eylül University Faculty of Economics and Administrative Sciences Journal, 22(1): 67-82.
- Bilgin N, Kuzey C 2013. A Research on the Relationship of Charismatic Leadership Behaviors of Agricultural Cooperative Managers with Cooperation of Shareholders and Performance-Satisfactions. Third Sector Social Economic Review, 48(1): 49-72.
- Ceylan O 2019. The Transformation of Small Peasantry Between Neoliberal Economy and Turkish Agrarian Policies: The example of Edirne

- province (1980-2015). *Anatolian Journal of Economics and Business*, 3(2): 134-152.
- Çayabatmaz Y 2014. Kooperatiflerin Finansman Sorunları ve Çözümüne Yönelik Alternatifler. Marmara University, Institute of Social Sciences Department of Business Cooperative Science, Master's Thesis, pp. 72.
- Cocolina CQ, Cooperatives Europe 2016. The Power of Cooperation. <https://coopseurope.coop/sites/default/files/The%20power%20of%20Cooperation%20-%20Cooperatives%20Europe%20key%20statistics%20015.pdf>. (Access Date: 30.03.2020).
- Çıkmın A, Karacan AR 1994. Genel Kooperatifçilik. Ege University Faculty of Agriculture Publications No. 511, Izmir.
- Çukobirlik 2019. S. S. Çukurova Cotton, Peanut and Oil Seeds Agricultural Sales Cooperatives Union 2019-2023 Strategic Plan, October-2019, Adana.
- Dedeoğlu M, Yıldırım İ 2006. Economic Analysis of Farms Associatied with Emek Agricultural Development Cooperative. Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Journal of Agricultural Sciences, 16(1): 39-48.
- Duguid F, Durutaş G, Wodzicki M 2015. Türkiye'de Kadın Kooperatifleri'nin Mevcut Durumu, The World Bank.
- Engin M 2018. Tarım Kredi Kooperatiflerinde Çok Amaçlılık Politikalarının, Kooperatif Ortakları Açısından Değerlendirilmesi. Namık Kemal University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Agricultural Economics, MSc. Thesis, pp. 99.
- EPRS 2019. European Parliamentary Research Service, Cooperatives: Characteristics, Activities, status, challenges, 1-12.
- Ercan Ş, Öztep R, Güler D, Saner G 2019. Tarım 4.0 ve Türkiye'de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25(2): 259-265.
- Erdem H 2018. Balance-sheet Examined to Irrigation Cooperatives in Çumra District in Konya, Turkey. The Graduate School of Natural and Applied Science of Selçuk University, The Degree of Master of Science in Agricultural Economics, pp. 69.
- Ertan A, Kaya MS 2012. Analysis of Cooperative-Member Relations in Çünür Irrigation Cooperative. *Journal of Süleyman Demirel University Institute of Social Sciences*, 2(16): 117-129.
- Ertan A, Turan A 2001. Gülbirlik Ortaklarının Kooperatif Ortak İlişkisi Yönünden Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 6(2): 29-43.
- Esim S, Katajamaki W 2017. Rediscovering Worker Cooperatives in a Changing World of Work. *IUSLabor* (1): 1-8.
- Everest B, Yercan M 2016. A Research on Members' Perception of Cooperative Principles: A Case of Agricultural Credit Cooperatives. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 53(1): 67-73.
- Everest B, Niyaz ÖC, Sibel T, Yercan M 2018. Examination of the Preference of Cooperative Branded Products by Consumers: Case of Çanakkale. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(4): 516-522. DOI: <https://doi.org/10.30910/turkjans.471330>
- Fındıkoğlu ZF 1967. Kooperasyon Sosyolojisi. Istanbul University Publications No. 1206, Istanbul.
- Haseki Mİ 2007. Agricultural Cooperatives and Marketing Concept: A Study on Determining The Consumers' Opinions Toward Marketing Activities of Agricultural Cooperatives. Çukurova University Institute of Social Sciences, Department of Business Administration, Ph.D. Thesis, pp. 158.
- İnan Hİ 2001. Tarım Ekonomisi ve İşletmeciliği, Tekirdağ, Hasad Yayıncılık, 5.
- IMF 2020. International Monetary Fund. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2019/01/weodata>. (Access date: 27.03.2020).
- International Cooperation Alliance 2019. World Cooperative Monitor, Exploring The Cooperative Economy.
- Kara M, Yücel R, Dinçer PK 2016. The Effects of the Agricultural Cooperatives to the Sustainable Development and on The Expectations of The Partners: An Application from Bolu and Düzce Provinces of Turkey. *Bolu Abant İzzet Baysal University Journal of Graduate School of Social Sciences*, 16(4): 47-61. DOI: <https://doi.org/10.11616/basbed.vi.455403>.
- Kendirlioğlu Ö 2008. Assessment of the Activities of Tarış Olive and Olive Oil Agricultural Sales Cooperatives and Determination of Producer Satisfaction: The Case of Aydın Province. Adnan Menderes University, Institute of Science Master's Thesis (Unpublished).
- Kılıç B 2011. Analysis of Member-Cooperative Relationships in the Agricultural Development Cooperatives in Samsun Province of Turkey. Ondokuz Mayıs University, Institute of Science, Department of Agricultural Economics, Master's Thesis, pp. 158.
- Kinikli F, Yercan M 2017. Evaluating Member Satisfaction in Agricultural Cooperatives: A Case of Dairy Cooperatives in Izmir Province. *Radovi Poljoprivrednog Fakulteta Univerziteta u Sarajevu/Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciencies, University of Sarajevo*, 62(2): 557-567.
- Ministry of Customs and Trade 2012. Turkey Cooperative Strategy and Action Plan 2012-2016. Ankara: General Directorate of Cooperatives.
- Mülayim ZG 1992. Kooperatifçilik. Turkish Cooperative Organization Publications, Ankara.
- National Cooperative Union of Turkey 2018. National Cooperative Union of Turkey 2017 Work Report and 2018 Work Program, Ankara.



- Nejat E 1910. Memleketimiz ve Kooperatif Şirketler. *Ottoman Journal of Agriculture and Trade*, 16: 252-255.
- ÖİKR 2018a. Eleventh Development Plan (2019-2023), Rural Development (<http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/>).
- ÖİKR 2018b. Eleventh Development Plan (2019-2023), Competitive Production in Agriculture and Food. (<http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/>). (Access Date: 30.04.2020).
- Oğuz H, Mete O 2017. Branding in Cooperatives and Relationship Between Consumer-Coopeative Products: Torku Case. *Third Sector Social Economic Review 52rd Special Issue*: 386-424.
- Özdemir G 2005. Cooperative–Shareholder Relations in Agricultural Cooperatives in Turkey. *Journal of Asian Economics*, 16(2): 315-325. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2005.01.004>.
- Özdemir F, Ağır HB, Yılmaz Hİ, Boz İ 2014. Agricultural Credit Cooperatives from the View of Producer: An Example of Dinar District of Afyonkarahisar. XI. National Agricultural Economics Congress 3-5 September 2014, Samsun, 1261-1265.
- Sayın B, Sayın C 2004. Agricultural Producer Organization, Adaptation Prepration to European Union and Agricultural Farmer Union Law. Turkey VI. Agricultural Economy Congress, 16-18 Eylül 2004, Tokat: 466-470.
- Serinikli N, İnan Hİ 2007. Economic Analysis of Edirne Village Development Cooperatives Union. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 4(3): 237-248.
- S-Ryhma 2018. Annual Report 2018. S Group. Key figures. [https://www.s-kanava.fi/web/s-ryhma/en/voosikatsaus/s-group#Key\\_figures](https://www.s-kanava.fi/web/s-ryhma/en/voosikatsaus/s-group#Key_figures). (Access Date: 15.05.2020).
- Şahin A, Cankurt M, Günden C, Miran B, Meral Y 2013. Agricultural Development Cooperatives in Turkey; Member-Cooperative Relations. *KSU Journal of Natural Sciences*, 16(2): 21-33.
- Topuz BK, Bozoğlu M 2015. Analysis of Member-Cooperative Relationships in the Agricultural Development Cooperatives in Samsun Province of Turkey. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 30(3): 246-253.
- Topuz BK, Bozoğlu M 2016. Performance Measurement in the Agricultural Producer Unions. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 31(3): 360-369. DOI: <https://doi.org/10.7161/omuanajas.269989>.
- TÜİK 2020. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33705>. (Access Date: 15.05.2020).
- USDA 1990. Cooperative Benefits and Limitations, Farmer Cooperatives in The United States Cooperative Information Report 1 Section 3.
- Ünal V, Yercan M 2006. Türkiye’de Su Ürünleri Kooperatifleri ve Balıkçılar İçin Önemi. *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23(1-2): 221–227.
- Vural H 2014. Organization in Agricultural Sector and the Importance of Co-operatives. XI. National Agricultural Economics Congress 3-5 September 2014, Samsun, 1240-1244.
- Yercan M 2007. Cooperation Pattern of Turkish and European Union Agriculture and Agricultural Cooperatives. *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 13(1): 19-29.
- Yercan M 1996. İzmir Yöresinde Seçilmiş Bazı Tarımsal Amaçlı Kooperatiflerde Kaynak Kullanımı ve Kooperatif İşletmelerde Etkinliğin Ölçülmesi Üzerine Bir Araştırma. *Ege University Institute of Science Journal of Agricultural Economics*, Izmir.
- Yücel Ş, Acar G 2018. Socio-Economic Status of Fishery Cooperatives’s Directors and Their Views About the Cooperatives’s Problems. *Gaziosmanpasa Journal of Scientific Research*, 7(2): 57-66.

## Çataldağ Karşiyaka Şefliğine Bağlı (Balıkesir) Farklı Biyotoplarda Yayılış Gösteren Polyphaga Türlerinin Çukur Tuzak Yöntemi ile Belirlenmesi

Sakin Vural VARLI<sup>1</sup>, Aylin TÜVEN<sup>2</sup>, Hakan SÜRGÜT<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/0000-0002-9851-3490>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-0603-3623>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8252-9036>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-2800-3003>

✉: svarli@balikesir.edu.tr

### ÖZET

Çalışmanın temel amacı Balıkesir İli, Susurluk ilçesindeki Çataldağ-Karşiyaka Şefliğine bağlı iğne ve geniş yapraklı ormanlık alanlardaki (*Pinus pinea* L., (1753), *P. brutia* Ten., (1811), *P. nigra* J.F.Arnold (1785), *Abies* sp., *Fagus orientalis* Lipsky, (1898), *Carpinus* sp., *Quercus* sp. ve *Alnus* sp.) dokuz farklı biyotopla yaşayan kınkanatlı (Coleoptera) takımına ait türlerin belirlenmesidir. Bu çalışmada, 2017- 2018 yılları Nisan-Kasım ayları arasında çukur tuzak yöntemi kullanılarak toplanmış olan 268 birey içerisinde Curculionidae, Tenebrionidae, Buprestidae, Lucanidae, Scarabaeidae, ve Staphylinidae familyalarına bağlı 26 cinse ait 32 tür kaydedilmiştir. Tespit edilen 19 tür Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt niteliğindedir. Belirlenen Curculionidae familyasına bağlı bir (*Hylobius abietis* (L., 1758)), Tenebrionidae familyasına ait beş (*Blaps tibialis* Reiche, 1857, *Idahelops alpagutae* Keskin & Nabozhenko, 2012, *Opatrum sabulosum* (L., 1761), *Pseudoprobaticus granipennis* (Allard, 1876), *Euboicus obesus* (Frivald., 1835)), Buprestidae familyasına bağlı yedi (*Anthaxia hungarica* (Scopoli, 1772), *Buprestis dalmatina* Mann., 1837, *Capnodis miliaris* (Klug, 1829), *C. carbonaria* (Klug, 1829), *Chalcophora detrita* (Klug, 1829), *Trachypteris picta decostigma* (Fabr., 1787), *Perotis chlorana* Laporte&Gory, 1836), Lucanidae familyasına ait iki (*Dorcus parallelipedus* (L., 1758), *Lucanus cervus* (L., 1758)), Scarabaeidae familyasına bağlı bir (*Protaetia cuprea* (Fabr., 1775)) ve Staphylinidae familyasına ait bir tür (*Gyrophypnus angustatus* Steph., 1833) saproksiliktir. *Dorcus parallelipedus* sadece IUCN Avrupa Kırmızı Listesinde yer alırken *Lucanus cervus* ayrıca Akdeniz havzası kırmızı listesinde de yer almaktadır.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 08.06.2020

Kabul Tarihi : 27.08.2020

### Anahtar Kelimeler

Balıkesir

Coleoptera

Fauna

Kırmızı liste

Saproksilik

## Determination of Polyphaga Species Distributed in Different Biotopes in Çataldağ Karşiyaka Sub-District Directorate (Balıkesir) by Pitfall Trap Method

### ABSTRACT

The main purpose of the study was to determine the species belonging to Oder Coleoptera living in 9 different biotopes in the coniferous and broadleaf forest areas (*Pinus pinea*, *P. brutia*, *P. nigra*, *Abies* sp., *Fagus orientalis*, *Carpinus* sp., *Quercus* sp. ve *Alnus* sp.) of Çataldağ-Karşiyaka Chief in the Susurluk district of Balıkesir Province. In this study, 32 species of 26 genera were identified under the Curculionidae, Tenebrionidae, Buprestidae, Lucanidae, Scarabaeidae and Staphylinidae families for 268 individuals using pitfall trap method on April and November in between 2017 and 2018. Overall, 19 species identified were reported for the first time for the local fauna of Balıkesir province. Identified Curculionidae, Tenebrionidae, Buprestidae, Lucanidae, Scarabaeidae and Staphylinidae families, contained one (*Hylobius abietis*), five (*Blaps tibialis*, *Idahelops alpagutae*, *Opatrum sabulosum*, *Pseudoprobaticus granipennis*, *Probaticus obesus*), seven (*Anthaxia hungarica*, *Buprestis dalmatina*,

### Research Article

### Article History

Received : 08.06.2020

Accepted : 27.06.2020

### Keywords

Balıkesir

Coleoptera

Fauna

Red list

Saproxylic

*Capnodis miliaris*, *C. carbonaria*, *Chalcophora detrita*, *Trachypteris picta decostigma*, *Perotis chlorana*), two (*Dorcus parallelipedus*, *Lucanus cervus*), one (*Protaetia cuprea*) and one (*Gyrohypnus angustatus*) saproxylic species, respectively. Furthermore, *Dorcus parallelipedus* was included only in the IUCN European Red List, while *Lucanus cervus* was also included in the Mediterranean basin Red List.

- Atıf İçin:** Varlı SV, Tüven A, Sürgüt H, Jansson N 2020. Çataldağ Karşiyaka Şefliğine Bağlı (Balıkesir) Farklı Biyotoplarda Yayılış Gösteren Polyphaga Türlerinin Çukur Tuzak Yöntemi ile Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 401-413. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a>.
- To Cite:** Varlı SV, Tüven A, Sürgüt H, Jansson N 2020. Determination of Polyphaga Species Distributed in Different Biotopes in Çataldağ Karşiyaka Sub-District Directorate (Balıkesir) by Pitfall Trap Method. KSU J. Agric Nat 24 (2): 401-413. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a>.

## GİRİŞ

Türkiye'nin en önemli ekolojik zenginliklerinden biri olan ormanlar, birçok canlının beslenme, barınma ve üremesi için vazgeçilmez doğal alanlar olduklarından dolayı böcek çeşitliliği açısından da en önemli biyotoplardan bir tanesidir. Bu çeşitlilik bir ülkenin en büyük zenginliklerinden biri olduğundan son yıllarda yurtdışında yapılan çalışmaların çoğu da sürdürülebilir bir dünya için ekolojik dengenin ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik yapılmaktadır. Özellikle araştırmalar böceklerin biyolojik gösterge olarak kullanılması ve doğal ekosistemdeki besin döngüsü, çürüme ve tozlaşmadaki önemli görevleri ve ormanların kalitesini yansıtılmalarından dolayı saproksilik böcekler üzerine yoğunlaşmıştır (Gülperçin ve Tezcan, 2016).

Orman ekosistemi içerisinde ölü ağaç olarak tanımlanan dikli kuru, yatık veya devrilmiş ağaç gövdeleri biyolojik süreçte önemli rol oynamaktadır. Özellikle de Coleoptera takımına ait türler yaşam döngülerinde kısmen veya tamamen ölü ağaçlara bağımlılık gösterirler ve saproksilik böcekler olarak adlandırılırlar (Atay ve Oğur, 2011).

Avrupa, saproksilik böcek faunasının en çok araştırıldığı bölgelerden biri olup, saproksilik böcek faunası ve endemizm oranları hakkında yeterli oranda veri sağlamaktadır (Nieto ve Alexander, 2010). Özellikle son yıllarda Türkiye'de orman ekosistemlerinde bulunan böceklerin tür zenginliği ve öneminin ortaya konulması için özellikle geniş yapraklı meşe ve kayın ormanlarında elle toplama, çukur, eleme ve ışık tuzak gibi yöntemler kullanılarak Coleoptera türleri belirlenmiştir (Tezcan ve ark., 2000, 2004, 2012, 2013, 2016; Schillhammer ve ark., 2007; Ünal ve Küçük, 2007; Jansson ve Coşkun, 2008; Sama ve ark., 2011; Novak ve ark., 2011, 2014; Atay ve ark., 2012; Manzur ve ark., 2013; Avgın ve ark., 2014; Varlı ve ark., 2018). Coleoptera takımına ait türler üzerine ülkemizde yapılan çalışmalarda Staphylinidae 1600, Curculionidae 456, Bubrestidae 386, Scarabaeidae 514, Tenebrionidae 542 ve Lucanidae familyasından 17 kadar türün bulunduğu bildirilmektedir. 2018 yılında Uluslararası Doğa Koruma Örgütü (IUCN) tarafından yayınlanan tehdit altındaki saproksilik

böcekler incelendiğinde yeterli veri bulunmadığı görülmektedir. Çalışma alanının yer aldığı Balıkesir ili 649.115 hektarlık toplam ormanlık alanı ile Türkiye'deki ormanlık alanlar içerisinde 5. sırada olup Avrupa ve Akdeniz fauna elemanlarının geçiş noktası üzerinde yer aldığı için her iki biyocoğrafik alandan türleri barındırdığı görülmektedir. Bu çalışma ile iğne ve geniş yapraklı ormanlarda zeminde yaşayan Coleoptera türlerinin belirlenmiştir. Ayrıca Akdeniz ve Avrupa ormanlık alanlarındaki böcek biyoçeşitliliğine ve sürekli güncellenen tehlike altındaki böceklerin yaşam alanları, tehdit kategorileri ve koruma statüleri konusunda önemli bir veri tabanı oluşturan Kırmızı Liste çalışmalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

Araştırma materyalini Balıkesir ili Susurluk ilçesindeki Çataldağ iğne ve geniş yapraklı ormanlık alanlarındaki 9 farklı biyotopla, (235-863 m.) 2017-2018 yılları Nisan-Kasım ayları arasında kurulan çukur tuzaklardan çıkan örnekler oluşturmaktadır.

Çalışma alanında belirlenen çukur tuzak kurulan biyotopların harita üzerinde gösterimi Şekil 1'de koordinat ve rakım bilgileri ise Çizelge 1-2'de verilmektedir.

Her biyotopu temsil edecek şekilde yaklaşık 0,5 hektarlık alan seçilip ve bu alanda her 1000 metrekareye bir adet gelecek şekilde ağaç aralarına ve yakınlarına aralarındaki mesafe en az 20 m olacak şekilde beşer adet çukur tuzak kurulmuştur.

Çukur tuzak için 250 ml'lik, üst çapı 6,5 cm olan plastik kaplar kullanılmıştır. Tuzaklar ağız kısımları toprak üst yüzeyi ile aynı seviyede olacak şekilde toprak içerisine yerleştirilip, 1:1 oranında etilen glikol ve su doldurulup taş ve bitki parçalarıyla kamufle edilmiştir (Şekil 2). Nisan-Kasım ayları boyunca üçer haftalık periyotlar halinde düzenli olarak tuzaklar yenilenmiştir.

Belirlenen türlerin Avrupa ve Akdeniz havzası Kırmızı Liste kategori durumları için [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) sitesi kullanılmıştır. Listeye göre tehdit altında türler için; Kritik (CR), Tehlikede (EN) ve Duyarlı (VU)



olmak üzere üç kategori belirlenmiştir. Ayrıca tehdit altında olmayan fakat yakın gelecekte tehdit altında olma ihtimali yüksek türler için Yakın Tehdit (NT);

tehdit altında olmayan geniş yayımlı türler için Düşük riskli (LC) kategorileri kullanılmaktadır.



Şekil 1. Çalışma Alanlarının Genel Görünümü  
Figure 1 The Map of the study fields



Şekil 2. Çalışma Alanlarında Kurulan Çukur Tuzaklar  
Figure 2 Pitfall Traps Established in the Study Areas.



Çizelge 1 Çalışma Alanlarına Ait Bilgiler

Table 1 The Information belonging to Çataldağ study fields

No	Lokalite (Locality)	Koordinat (Coordinate)	Rakım (Altitude)	Biyotop (Biotope)
1	Yardop Sahası 1	39°48'59"K 28°12'24"D	295 m.	<i>Pinus pinea</i>
2	Yardop Sahası 2	39°48'29"K 28°11'30"D	235 m.	<i>P. brutia</i>
3	Yardop Sahası 3	39°49'27"K 28°11'28"D	363 m.	<i>P. pinea</i>
4	Bozen Mevkii	39°49'47"K 28°13'91"D	264 m.	<i>P. brutia</i>
5	Havuz Mevkii	39°52'39"K 28°14'42"D	863 m.	<i>Abies</i> sp.
6	250 nolu yol	39°51'46"K 28°18'32"D	863 m.	<i>Fagus. orientalis</i>
7	Baraj Mevkii	39°56'40"K 28°16'37"D	536 m.	<i>Carpinus</i> sp. ve <i>Quercus</i> sp.
8	Susurluk Çayı Mevkii	39°57'23"K 28°14'53"D	529 m.	<i>Alnus</i> sp.
9	Kemalpaşa – Çataldağ Sınırı	40°05'05"K 28°14'59"D	581 m.	<i>P. nigra</i>

Çizelge 2 Çalışma sonucunda tespit edilen türler; saproksilik türler; toplandıkları yerin koordinat, biyotop, tarih, tuzak numaraları; örnek sayıları ve yeni lokalite bilgileri

Table 2 Species determined as a result of the study; saproxylic species; coordinate, biotope, date, trap numbers of the place where they were collected; sample numbers and new locality information

Familya (Family)	Tür (Species)	Koordinat (Coordinate)	Biyotop (Biotores)	Tarih (Date)	Tuzak No (Trap No)	Örnek Sayısı (Number of Samples)	Yeni Lokalite Kaydı (New Locality Record)
Curculionidae	<i>Hylobius abietis</i> (Linnaeus, 1758)*	28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	11.IV.2017	2Ç	2♂♂	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
		28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	11.IV.2017	4Ç	1♀	
		28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	16.VIII.2017	3Ç	2♀♀	
		28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	16.VIII.2017	5Ç	1♀	
		28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	14.X.2017	1Ç	3♂♀♀	
		28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	30.V.2017	2Ç	1♀	
		28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	23.XI.2017	3Ç	1♀	
		28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	15.VI.2018	5Ç	1♀	
Tenebrionidae	<i>Blaps ocreata</i> Allard, 1880	28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	16.VIII.2017	4Ç	2♀♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
		28°14'59"D 40°00'15"K	<i>P.nigra</i>	15.IX.2017	4Ç	1♀	
		28°12'24"D 39°48'59"K	<i>P.pinea</i>	11.X.2018	4Ç	1♀	
		28°13'09"D 39°49'47"K	<i>P.brutia</i>	20.VII.2018	4Ç	3♂♀♀	
		28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	29.VII.2018	2Ç	1♀	
		28°14'59"D 40°00'15"K	<i>P.nigra</i>	20.VII.2018	3Ç	2♂♀	
	28°12'24"D 39°48'59"K	<i>P.pinea</i>	16.VIII.2017	1Ç	2♀♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt	
28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	24.VI.2017	2Ç	1♀			
	<i>Blaps tibialis</i> Reiche, 1857*						

	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	23.VIII.2017	5Ç	1♀	
	28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P.pinea</i>	15.V.2018	1Ç	2♀♀	
	28°13'09"D 39°49'47"K	<i>P.brutia</i>	17.VIII.2018	1Ç	2♂♀	
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	15.VI.2018	5Ç	1♀	
<b><i>Dailognatha quadricollis</i></b> (Brullé, 1832)	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	15.IX.2017	2Ç	1♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	17.VIII.2018	5Ç	2♀♀	
<b><i>Dendarus messenius</i></b> (Brullé, 1832)	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	21.VII.2017	3Ç	3♂♂♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	29.IX.2017	1Ç	1♀	
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	20.VII.2018	5Ç	2♀♀	
<b><i>Idohelops alpagutae</i></b> Keskin &Nabozhenko, 2012*	28°11'30"D 39°48'29"K	<i>P.brutia</i>	03.V.2017	4Ç	3♂♀♀	
	28°14'59"D 40° 00'15"K	<i>P.nigra</i>	16.VIII.2017	2Ç	1♀	
	28°13'09"D 39°49'47"K	<i>P.brutia</i>	29.VII.2018	3Ç	2♀♀	
	28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.	17.VIII.2018	1Ç	2♂♀	
	28°14'59"D 40°00'15"K	<i>P.nigra</i>	11.XI.2018	3Ç	1♀	
<b><i>Opatrum sabulosum</i></b> (Linnaeus, 1761)*	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	31.V.2017	1Ç	1♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
<b><i>Pachyscelis quadricollis</i></b> Brulle, 1832	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	21.VII.2017	4Ç	2♀♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
	28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.	21.VII.2017	2Ç	1♀	
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	28.IX.2018	3Ç	2♂♀	
<b><i>Pimelia subglobosa</i></b> (Pallas, 1781)	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	27.X.2017	2Ç	1♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
<b><i>Probaticus obesus</i></b> (Fivaldsky, 1835)*	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	21.VII.2017	2Ç	1♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	23.VIII.2017	5Ç	2♀♀	

		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	29.VII.2018	4Ç	1♀	
	<b><i>Pseudoprobaticus granipennis</i></b> (Allard, 1876)*	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	21.VII.2017	5Ç	2♂♂	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
		28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.	29.IX.2017	4Ç	1♀	
		28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.	29.VII.2018	2Ç	2♀♀	
Buprestidae	<b><i>Anthaxia hungarica</i></b> (Scopoli, 1772)*	28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.	03.V.2017	4Ç	1♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
	<b><i>Buprestis dalmatina</i></b> Mannerheim, 1837*	28°11' 68"D 39°48'76" K	<i>P.brutia</i>	16.VIII.2017	2Ç	1♀	
		28°11'30"D 39°48'29"K	<i>P.brutia</i>	11.XI.2018	1Ç	1♀	
	<b><i>Capnodis carbonaria</i></b> (Klug, 1829)*	28°12'24"D 39°48'59" K	<i>P.pinea</i>	03.V.2017	3Ç	2♀♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
		28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	15.IX.2017	4Ç	1♀	
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	23.XI.2017	3Ç	3♂♀♀	
		28°12'24"D 39°48'59" K	<i>P.pinea</i>	17.VIII.2018	3Ç	2♀♀	
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	29.VII.2018	5Ç	2♀♀	
	<b><i>Capnodis miliaris</i></b> (Klug, 1829)*	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	16.VIII.2017	1Ç	2♀♀	
		28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	16.VIII.2017	2Ç	1♀	
	<b><i>Chalcophora detrita</i></b> (Klug, 1829)*	28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P.pinea</i>	11.XI.2017	1Ç	1♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
		28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	21.VII.2017	3Ç	1♂	
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	21.VII.2017	2Ç	1♀	
		28°11'30"D 39°48'29"K	<i>P.brutia</i>	15.VI.2018	1Ç	2♂♀	
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	28.IX.2018	3Ç	3♀♀♀	
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	11.IX.2018	3Ç	1♀	
		28°14'59"D 40° 00'15"K	<i>P.nigra</i>	29.VII.2018	2Ç	2♀♀	
	<b><i>Perotis chlorana</i></b> Laporte&Gory, 1836	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	31.V.2017	4Ç	2♂♀	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	17.VIII.2018	5Ç	1♂	

	<b><i>Trachypteris picta decostigma</i></b> (Fabricius, 1787)*	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	27.X.2017	5Ç	2♀♀	
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp	16.VIII.2017	4Ç	2♀♀	
Lucanidae	<b><i>Dorcus parallelipipedus</i></b> (Linnaeus, 1785)*	28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	24.VI.2017	4Ç	2♂♂	Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	23.VIII.2017	2Ç	1♀	
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	30.V.2017	5Ç	1♀	
		28°11'88" D 39°49'50" K	<i>P.brutia</i>	15.VI.2018	3Ç	2♀♀	
		28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	13.XI.2018	3Ç	1♀	
		28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	20.VII.2018	5Ç	2♀♀	
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	17.VIII.2018	3Ç	2♂	
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	28.IX.2017	2Ç	1♀	
		28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.	17.VIII.2018	3Ç	2♂♂	
		<b><i>Lucanus cervus</i></b> (Linnaeus, 1758)*	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	15.IX.2017	1Ç	
28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.		29.IX.2017	5Ç	1♀		
28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.		30.V.2018	4Ç	1♀		
*Scarabaeidae	<b><i>Aphodius fossor</i></b> (Linnaeus, 1758)	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	27.X.2017	2Ç	1♀	
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	27.X.2017	3Ç	2♀♀	
		28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.	29.IX.2017	4Ç	3♂♂	
		28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.	29.VII.2018	2Ç	3♂	
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	17.VIII.2018	4Ç	2♀♀	
	<b><i>Onthophagus coenobita</i></b> (Herbst, 1783)	28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	24.VI.2017	5Ç	5♂♂♀♀♀	Balıkesir İli lokal fauna için ilk kayıt
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	30.V.2017	2Ç	3♂♀♀	
	<b><i>Oxythyrea cinctella</i></b> (Schaum, 1841)	28°12'24"D 39°48'59"K	<i>P. pinea</i>	15.IX.2017	4Ç	3♂♂♀	
		28°11'30"D 39°48'29"K	<i>P. brutia</i>	03.V.2017	1Ç	1♀	
		28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	21.VII.2017	5Ç	2♀♀	
28°16'37"D 39°56'40"K		<i>Quercus</i> sp.	24.VI.2017	5Ç	1♀		
28°14'53"D 39°57'23"K		<i>Alnus</i> sp.	27.X.2017	2Ç	1♂		
28°12'24"D 39°48'59" K		<i>P. pinea</i>	15.VI.2018	1Ç	1♂		



	28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P. pinea</i>	20.VII.2018	4Ç	1♀	
	28°13'09"D 39°49'47"K	<i>P. brutia</i>	20.VII.2018	4Ç	1♀	
	28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	15.VI.2018	4Ç	1♀	
	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	17.VIII.2018	3Ç	1♂	
	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	20.VII.2018	4Ç	1♀	
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	15.V.2018	4Ç	1♀	
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	28.IX.2018	2Ç	1♀	
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	15.V.2018	4Ç	1♂	
	28°14'59"D 40° 00'15"K	<i>P. nigra</i>	15.VI.2018	4Ç	1♀	
<b><i>Polyphylla fullo</i></b> (Linnaeus, 1758)	28°12'24"D 39°48'59"K	<i>P.pinea</i>	16.VIII.2017	3Ç	2♀♀	
	28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P.pinea</i>	03.V.2017	2Ç	1♀	
	28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	03.V.2017	4Ç	1♀	
	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	16.VIII.2017	1Ç	2♂♂	
	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	24.VI.2017	3Ç	1♀	
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	31.V.2017	5Ç	1♀	
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	23.VIII.2017	4Ç	1♀	
	28°12'24"D 39°48'59"K	<i>P. pinea</i>	20.VII.2018	2Ç	1♀	
	28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P. pinea</i>	15.VI.2018	1Ç	1♀	
	28°13'09"D 39°49'47"K	<i>P. brutia</i>	17.VIII.2018	5Ç	1♂	
	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	29.VII.2018	4Ç	1♀	
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	15.VI.2018	5Ç	1♀	
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	29.VII.2018	3Ç	1♀	
	<b><i>Protaetia cuprea</i></b> (Fabricius, 1775)*	28°11'30"D 39°48'29"K	<i>P. brutia</i>	14.XI.2017	5Ç	2♀♀
28°18'32"D 39°51'46"K		<i>F. orientalis</i>	03.V.2017	4Ç	1♀	
28°14'59"D 40°00'15"K		<i>P. nigra</i>	24.VI.2017	1Ç	3♂♀♀	
28°16'37"D 39°56'40"K		<i>Quercus</i> sp.	27.X.2017	3Ç	2♂♀	
28°12'24"D 39°48'59" K		<i>P. pinea</i>	17.VIII.2018	4Ç	1♀	
28°13'09"D 39°49'47"K		<i>P. brutia</i>	11.IX.2018	2Ç	4♂♂♀♀	

		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	29.VII.2018	1Ç	2♀♀		
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	29.VII.2018	3Ç	2♀♀		
	<i>Sisyphus schaefferi</i> (Linnaeus, 1758)		28°12'24"D 39°48'59" K	<i>P. pinea</i>	16.X.2017	1Ç	1♀	
			28°12'24"D 39°48'59" K	<i>P. pinea</i>	11.IV.2017	5Ç	1♀	
			28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	11.XI.2017	1Ç	1♂	
			28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	23.VIII.2017	3Ç	1♀	
			28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	21.VII.2017	1Ç	1♀	
			28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	29.IX.2017	2Ç	1♀	
			28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.	23.VIII.2017	2Ç	1♀	
			28°12'24"D 39°48'59" K	<i>P. pinea</i>	30.V.2018	2Ç	1♂	
			28°12'24"D 39°48'59" K	<i>P. pinea</i>	28.IX.2018	4Ç	2♀♀	
			28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P. pinea</i>	15.V.2018	3Ç	1♀	
			28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P. pinea</i>	15.V.2018	2Ç	1♀	
			28°13'09"D 39°49'47"K	<i>P. brutia</i>	30.V.2018	4Ç	1♀	
			28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	20.VII.2018	1Ç	2♀♀	
			28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	11.IX.2018	3Ç	1♀	
			28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	17.VIII.2018	3Ç	1♀	
			28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	20.VII.2018	4Ç	2♂♂	
			28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	11.X.2018	1Ç	1♀	
			28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	30.V.2018	3Ç	1♀	
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	18.VIII.2018	4Ç	1♀			
Staphylinidae	<i>Gabrius anatolicus</i> Smetana, 1953	28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P. pinea</i>	03.IV.2017	4Ç	3♂♂♀		
		28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	29.IX.2017	1Ç	2♀♀		
		28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.	31.V.2017	2Ç	4♂♀♀♀		
		28°11'30"D 39°48'29"K	<i>P. brutia</i>	30.V.2018	2Ç	3♀♀♀		
		28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	17.VIII.2018	4Ç	4♂♂♀♀		
		28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	20.VII.2018	3Ç	1♀		
	<i>Gyrophypnus angustatus</i>	28°12'24"D 39°48'59" K	<i>P. pinea</i>	15.XI.2017	2Ç	1♀		

Stephens, 1833*	28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	16.VIII.2017	3Ç	2♀♀
	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	31.V.2017	2Ç	2♀♀
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	23.VIII.2017	2Ç	1♀
	28°12'24"D 39°48'59" K	<i>P. pinea</i>	29.VII.2018	1Ç	1♀
	28°11'30"D 39°48'29"K	<i>P. brutia</i>	29.VII.2018	3Ç	1♀
	28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P. pinea</i>	17.VIII.2018	4Ç	1♂
	28°13'09"D 39°49'47"K	<i>P. brutia</i>	29.VII.2018	5Ç	1♀
	28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp	20.VII.2018	1Ç	
	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	15.VI.2018	3Ç	2♀♀
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	15.VI.2018	1Ç	1♀
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	17.VIII.2018	4Ç	1♀
<b><i>Othius laeviusculus</i></b> Stephens, 1833	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	21.VII.2017	5Ç	1♂
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	29.VII.2018	4Ç	3♀♀♀
<b><i>Platydracus stercorarius</i></b> (Olivier, 1795)	28°12'24"D 39°48'59" K	<i>P. pinea</i>	24.VI.2017	1Ç	4♂♂♀♀
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	03.V.2017	3Ç	1♀
	28°12'24"D 39°48'59" K	<i>P. pinea</i>	11.IX.2018	2Ç	1♀
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	30.V.2018	3Ç	1♀
<b><i>Quedius lateralis</i></b> (Gravenhorst, 1802)	28°12'24"D 39°48'59"K	<i>P. pinea</i>	24.VII.2017	4Ç	1♀
	28°14'42"D 39°52'39"K	<i>Abies</i> sp.	03.V.2017	1Ç	1♀
	28°18'32"D 39°51'46"K	<i>F. orientalis</i>	23.VIII.2017	4Ç	1♂
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	29.IX.2017	1Ç	2♀♀
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Carpinus</i> sp.	23.VIII.2017	2Ç	1♀
	28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P. pinea</i>	13.XI.2018	3Ç	1♂
	28°13'09"D 39°49'47"K	<i>P. brutia</i>	11.X.2018	2Ç	1♂
	28°16'37"D 39°56'40"K	<i>Quercus</i> sp.	30.XI.2018	2Ç	1♀
<b><i>Quedius unicolor</i></b> Kiesenwetter, 1847	28°11'30"D 39°48'29"K	<i>P. brutia</i>	24.VI.2017	3Ç	1♀
	28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P. pinea</i>	15.IX.2017	3Ç	1♀
	28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus</i> sp.	21.VII.2017	3Ç	1♀

	28°11'28"D 39°49'27"K	<i>P. pinea</i>	29.VII.2018	2Ç	1♂	
	28°13'09"D 39°49'47"K	<i>P. brutia</i>	28.IX.2018	2Ç	1♀	
	28°14'53"D 39°57'23"K	<i>Alnus sp.</i>	20.VII.2018	5Ç	1♀	

\* Saproksilik türler

## BULGULAR

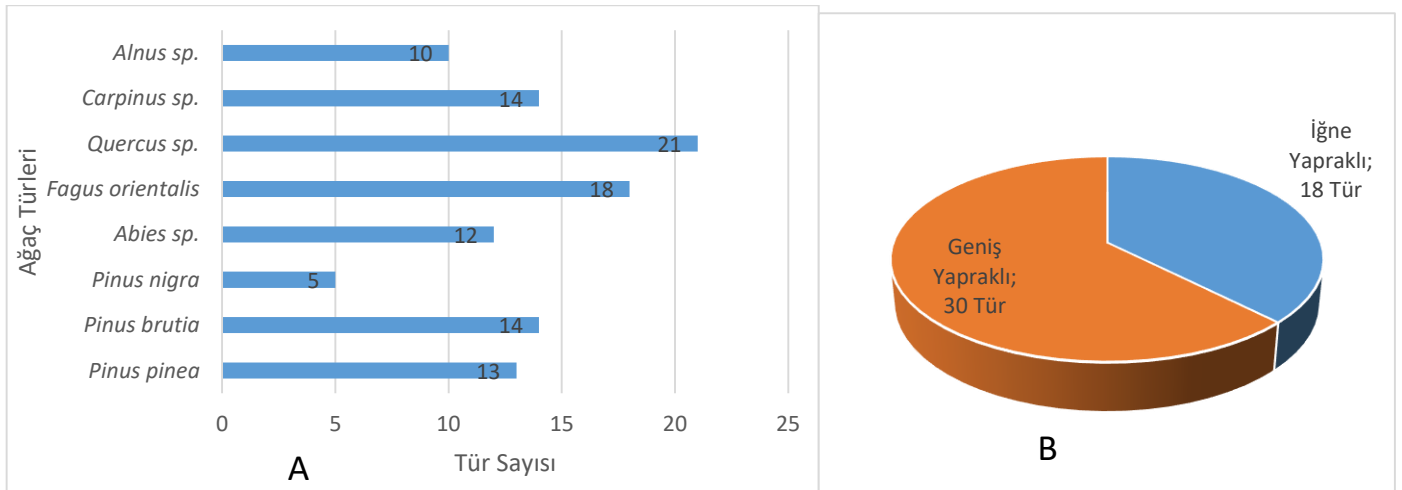
Çalışma sonucunda 2017-2018 Nisan-Kasım ayları arasında 9 farklı biyotopta çukur tuzak yöntemi kullanılarak toplam 268 birey elde edilmiştir. Elde edilen bireylerin tür teşhisleri sonucunda Coleoptera takımından 6 familyaya bağlı 26 cinse ait toplam 32 tür tespit edilmiştir. Belirlenen türlerin toplandığı yer, tarih, biyotop bilgileri, türlere ait örnek sayıları ve yeni lokalite kayıtları aşağıda belirtilmiştir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Türkiye'nin biyoçeşitliliğinin sürdürülebilirliği açısından korunması gereken en önemli alanlar olan orman ekosistemleri son yıllarda uygulanan ormancılık faaliyetleri, artan nüfus ve diğer beşerî faaliyetlerden dolayı tehlike altındadır. Yapılan çalışmalara bakıldığında, Türkiye'nin konumu ve ekolojik zenginliği de düşünüldüğünde özellikle ormanlarda tespit edilen tür çeşitliliğinin belirlenenden fazla olması beklenmektedir. Ayrıca IUCN tarafından 2018 yılında yayınlamış olan Akdeniz havzası ve Avrupa saproksilik böcek türleri ve tehdit kategorilerine dair araştırma bulgularına göre Türkiye'nin olası tür zenginliğini yansıtmadığı ve çok sayıda tür ile ilgili yeterli veri olmadığı görülmektedir.

Bu nedenle orman ekosistemlerine ait faunanın belirlenmesi için daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışma sonucunda Curculionidae, Tenebrionidae, Buprestidae, Lucanidae, Scarabaeidae ve Staphylinidae familyalarına bağlı 268 birey içerisinde 26 cinse ait 32 tür tespit edilmiştir. Bu türlerden 19'u Balıkesir İli lokal faunası için ilk kayıt niteliğindedir. Çizelge 2'de verilen 17 tür saproksilik türlerdir. Orman ekosisteminde fitofag, zoofag ve saproksilik beslenme rejimine sahip olan böceklerin belirlenmesi ve korunması ekolojik işlevlerinin sürdürülmesi ile tür çeşitliliğinin korunup geleceğe aktarılması için önemlidir (Gülperçin ve Tezcan, 2016). Ayrıca bu saproksilik türlerden *Lucanus cervus* IUCN Akdeniz Kırmızı listesinde LC kategorisindeyken IUCN Avrupa Kırmızı listesinde NT kategorisinde yer almaktadır.

Tespit edilen türlerin bulunduğu biyotoplara bakıldığında Şekil 3A 'da gösterildiği gibi *P. pinea* alanında 13, *P. brutia* alanında 14, *P. nigra* alanında 5, *Abies sp.* alanında 12, *F. orientalis* alanında 18, *Quercus sp.* alanında 21, *Carpinus sp.* alanında 14, *Alnus sp.* alanında 10 tür belirlenmiştir.



Şekil 3 A Farklı biyotoplarda tespit edilen tür sayıları; B Şekillerine göre orman türlerinde belirlenen tür sayısı  
Figure 3 A Number of species detected in different biotopes; B Number of species determined in forest types according to their shape

Özellikle meşe gibi uzun ömürlü ve çürüme sürecinde çeşitli türleri barındıran ve diğer geniş yapraklı ağaçlar da eklendiğinde bu alanlardaki tür sayısının iğne yapraklı ağaçların kapladığı alanlardaki tür sayısından fazla olması beklenilmektedir ki çalışma

sonucu da bu durumu desteklemektedir (Şekil 3B).

## TEŞEKKÜR

Tüm yazarlar olarak Prof. Dr. Serdar Tezcan'a Buprestidae, Doç. Dr. Bekir Keskin'ne Tenebrionidae



ve Dr. Nicklas Jansson'a diğer familya teshişleri ve teşhis edilemeyen örneklerin uzmanlara gönderilmesindeki değerli katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Bu çalışma Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi koordinatörlüğünde 2016/03-08 no'lu proje ile desteklenmiştir.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar bu çalışmaya ait verilerin Dr. Öğr. Üye. Sakin Vural VARLI, Uzman Aylin TÜVEN ve Uzman Hakan SÜRGÜT tarafından toplandığını, çalışmanın yürütülebilmesi için Balıkesir Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü tarafından destek sağlandığını, çalışmaya ait laboratuvar analizlerinin Dr. Öğr. Üye. Sakin Vural VARLI, Uzman Aylin Tüven, Uzman Hakan SÜRGÜT ve Dr. Nicklas JANSSON tarafından, istatistik analizlerin ise Dr. Öğr. Üye. Sakin Vural VARLI, Uzman Aylin TÜVEN, Uzman Hakan SÜRGÜT ve Dr. Nicklas JANSSON tarafından yapıldığını, makale metninin, Dr. Öğr. Üye. Sakin Vural VARLI'nın gözetiminde Uzman Aylin TÜVEN ve Uzman Hakan SÜRGÜT tarafından yazılmış olduğunu beyan ederler.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

Atay E, Jansson N, Gürkan T 2012. Saproxylic Beetles On Old Hollow Oaks (*Quercus* sp.) in A Small Oaks (*Quercus* sp.) in A Small Isolated Area in Southern Turkey. *Zoology in the Middle East*. 57 (1) : 105-114.

Atay E, Oğur E 2011. Değişen Çevre Koşullarının Geyikböceği (*Lucanus cervus*: Coleoptera: Lucanidae) Populasyonu Üzerine Olumsuz Etkileri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi* 1(3):114-123

Avgın SS, Dertlia İ, Barševskisb A 2014. A review of Turkish saproxylic beetles from the European Red List. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.) International Journal of Entomology* 50 (1): 1-39

Bolu H, Çiftçi Ü, Makuloğulları F, Yılmaz S, Özbek C, Demir D, Yılmaz BR 2018. Southeastern Anatolia Region Insect Fauna I (Coleoptera III: Buprestoidea; Byrrhoidea; Elateroidea; Scarabaeoidea; Hydrophiloidea; Staphylinoidea) of Turkey. *Munis Ento Zool*, 13 (1): 266-281.

Bolu H, Özgen İ 2011. On the Buprestidae (Col) Species of Almond Orchards in the Southeastern and Eastern Anatolia in Turkey. *Munis Ento Zool*, 6 (2): 970-976.

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.

Fırat S, Sert O 2016. Faunistic and zoogeographical composition and preliminary evaluations of some ecological features of the subfamily Staphylininae (Col: Staph) of the Central Anatolian Region of Turkey. *Turk J Zool*, 40: 164-185.

Gülperçin N, Tezcan S. 2016. Türkiye orman ekosistemlerinin Elateridae Insecta Coleoptera faunası üzerinde bir değerlendirme. *Bartın Orman Fakültesi Derg* 8: 132-144.

Jansson N, Coskun M 2008. How similar is the saproxylic beetle fauna on old oaks (*Quercus* spp) in Turkey and Sweden? *Revue d'Ecologie Suppl*, 10: 91-99.

Karaca İ, Karsavuran Y, Avcı M, Demirözer O, Aslan B, Sökeli E, Bulut HS 2006. Isparta İlinde Coleoptera Takımına ait Türler Üzerinde Faunistik Çalışmalar. *SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Derg* 10(2): 180-184.

Keskin B, Nabozhenko MV 2012. *Idahelops alpagutae* (Tenebrionidae: Helopini) a new genus and species from the Aegean region of Turkey. *Zootaxa* 3207: 63-67.

Löbl, I., Ando, K., Bouchard, P., Egorov, L.V., Iwan, D., Lillig, M., Masumoto, K., Merkl, O., Nabozhenko, M., Novák, V., Petterson, R., Schawaller, W., and Soldati, F., 2008, Family Tenebrionidae. In: Smetana, A. and Löbl, I. (Eds.). *Catalogue of Palaearctic Coleoptera: Tenebrionoidea*, Stenstrup, Denmark, 5: 105-352.

Mazur S, Öncül Abacigil T, Varlı SV, Mokrzycki T, Jansson N 2013. *Hister arboricavus*, a New Denrophilous Species from Turkey (Col: Histeridae). *Baltic J. Coleopterol*, 13(1): 51 - 56.

Nieto A, Alexander KNA 2010. European Red List of Saproxylic Beetles. Luxembourg: Publication Office of the European Union. Luxembourg, 56 p.

Novak V, Abacigil TÖ, Varlı SV, Jansson N 2014. *Mycetochara kazdagiica* sp. nov. from Turkey (Col, Tenebrionidae, Alleculinae, Mycetocharini), *Folia Heyrovskyana*, series A, vol. 22 (2-4): 134-141.

Novak V, Jansson N, Avcı M, Sarıkaya O, Coskun M, Atay E, Gürkan T 2011. New *Allecula* species (Col: Tenebrionidae: Alleculinae) from Turkey. *Studies and Reports. Taxonomical Series*. 7(1-2): 335-346.

Platia G, Jansson N, Avcı M, Sarıkaya O, Coskun M, Kayis T 2011. New Species of Click Beetles From Turkey (Col, Elateridae). *Boletín de la SEA*, 48:

- 207-215.
- Platia G, Varlı SV, Sürgüt H, Tüven A, Avcı M, Jansson N 2018. Click Beetles (Col, Elateridae) from Two Areas With Hollow Oaks and Plane Trees in Turkey. *Boletín de la SEA*, 63: 253-267.
- Öncül Abacıgil T, Tezcan S 2013. Faunistic Studies on Staphylininae Coleoptera Staphylinidae in Kazdağları Balıkesir Province in Turkey. *Munis Entomology Zoology* 8: 415-433.
- Sama G, Jansson N, Avcı M, Sarıkaya O, Coskun M, Kayis T, Özdikmen H 2011. Preliminary Report on a Survey of the Saproxylic Beetle Fauna Living on Old Hollow Oaks and Oak Wood in Turkey. *Munis Ento Zool* 6(2): 819-831.
- Schillhammer H, Snäll S, Coşkun M, Jansson, N, 2007. The West Palearctic Species of Three New Species from Turkey. *Koleop. Rundschau*, 77: 123-132.
- Sürgüt H, Varlı SV 2018. Some Additional Notes Carabidae and Tenebrionidae (Col) Fauna in Çanakkale Province of Turkey. *Munis Ento& Zool*, 13 (1): 201-204.
- Tezcan S, Ferrer J, Keskin B 2000. Contribution to the Study of Tenebrionid Beetles (Col: Tenebrionidae) in Ecological Cherry Orchards in Izmir and Manisa Provinces of Turkey. *Turkish Journal of Entomology* 24: 243-248.
- Tezcan S, Karsavuran Y, Pehlivan E, Keskin B, Ferrer J 2004. Contributions to the knowledge of the Tenebrionidae Coleoptera from Turkey Part II Opatrinae Tenebrioninae Adeliinae. *Türkiye Entomoloji Derg* 28: 163-180.
- Tezcan S, Karsavuran Y, Pehlivan E, Keskin B, Julio F 2004. Contributions to the Knowledge of the Tenebrionidae Coleoptera from Turkey Part I Lagriinae Pimeliinae Bolitophaginae Diaperinae. *Türkiye Entomoloji Derg* 28: 99-114.
- Tezcan S, Keskin B, Anlaş S 2012. Notes on the Tenebrionidae (Col) Fauna Collected by Hibernation Trapbands and Pitfall Traps in Bozdağlar Mountain, Western Turkey. *Munis Ento Zool*, 7: 583-591.
- Tozlu G, Özbek H 2000. Erzurum, Erzincan, Artvin ve Kars İlleri Buprestidae (Col) Familyası Türleri Üzerinde Faunistik ve Taksonomik Çalışmalar I. Acmaeoderinae, Polycestinae ve Buprestinae. *Turkish Journal of Zoology* 24 (Ek Sayı): 51-78.
- Ünal S, Küçük Ö 2007. Insect (Col) Species on Dead Wood and Importance in Forest Ecosystem. *SDU J of the Faculty of Forestry* 1: 123-133.
- Yolcu F. 2010. Ege ve Marmara Bölgeleri Helopini Latreille, 1802 (Col: Tenebrionidae, Tenebrioninae) Faunası. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 62 sy.
- Zeki H, Tamer A, Örmeci KŞ, Bozkır MÇ, Toros S 1999. Isparta İlinde Yağ Güllerinde (*Rosa damascena* Miller) Zarar Yapan *Aurigena chlorana* (Lap. et Gory) (Col: Buprestidae)'nın Biyolojisi ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar. *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 23: 165-182.



## Faunistic Studies on the Genus *Medon* Stephens, 1833 (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae) in Turkey

Semih ÖRGEL<sup>1</sup>, Kerim ÇİÇEK<sup>2</sup>, Sinan ANLAŞ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Demirci Vocational School, Manisa Celal Bayar University, Demirci, Manisa, Turkey, <sup>2</sup>Zoology Section, Department of Biology, Faculty of Science, Ege University, 35100, İzmir, Turkey, <sup>3</sup>Alaşehir Vocational School, Manisa Celal Bayar University, Alaşehir, Manisa, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-6362-3091>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6753-0757>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-7059-5677>

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

### ABSTRACT

In this study, 702 specimens belonging to the genus *Medon* Sephens were examined. The material was obtained from various field trips between 2010-2019 by using aspirator, sifter, pitfall trap, berlese funnel and MSS trap methods. As a result of the study, 15 of the 22 known species from Turkey were identified. *Medon brunneus* (Erichson, 1839), *M. ferrugineus* (Erichson, 1840), *M. lanugo* Assing, 2004 and *M. subfuscus* Fagel, 1969 from the Aegean Region, *M. semiobscurus* (Fauvel, 1875), *M. abantensis* Bordoni, 1980 and *M. lamellatus* Assing, 2004 from the Central Anatolian Region are reported for the first time. Besides, *M. rufiventris* (Nordmann, 1837) is recorded for the first time from both the Aegean and Central Anatolian Regions. In addition, many new locality records of the recorded species were presented. The distributions of all *Medon* species in Turkey were mapped.

### Research Article

#### Article History

Received : 30.06.2020

Accepted : 01.09.2020

#### Keywords

Staphylinidae  
Paederinae  
*Medon*  
New records  
Turkey

## Türkiye'deki *Medon* Stephens, 1833 (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae) Cinsine Bağlı Türler Üzerinde Faunistik Araştırmalar

### ÖZET

Bu çalışmada, *Medon* Stephens cinsine ait 702 birey incelenmiştir. İncelenen materyal, 2010-2019 yılları arasında aspiratör, elek, çukur tuzak, berlese hunisi ve MSS tuzak yöntemleri kullanılarak yapılan arazi çalışmalarından elde edilmiştir. Çalışma sonucunda Türkiye'den bilinen 22 türden 15'i tespit edilmiştir. Bu türlerden, *Medon brunneus* (Erichson, 1839), *M. ferrugineus* (Erichson, 1840), *M. lanugo* Assing, 2004 ve *M. subfuscus* Fagel, 1969 Ege Bölgesi'nden, *M. semiobscurus* (Fauvel, 1875), *M. abantensis* Bordoni, 1980 and *M. lamellatus* Assing, 2004 İç Anadolu Bölgesi'nden ilk kez rapor edilmiştir. Ayrıca, *M. rufiventris* (Nordmann, 1837) Ege ve İç Anadolu Bölgeleri'nden ilk kez kaydedilmiştir. Ek olarak, birçok türe ait yeni lokalite kaydı verilmiştir. Türlerin Türkiye'deki yayılışları haritalandırılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 30.06.2020

Kabul Tarihi : 01.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

Staphylinidae  
Paederinae  
*Medon*  
Yeni kayıtlar  
Türkiye

To Cite : Örgel S, Çiçek K, Anlaş S 2021. Faunistic Studies on the Genus *Medon* Stephens, 1833 (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae) in Turkey. KSU J. Agric Nat 24 (2): 414-424. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.760934>.

### INTRODUCTION

Schülke and Smetana (2015) listed 111 species of the genus *Medon* Stephens, 1833 from Palaearctic Region. After the catalog, eight new species were reported in this region. (Anlaş, 2015; Assing, 2016; 2018; Shibata and Fujimoto, 2017). Thus, the number of known species increased to 119. However, Assing (2013 a) added 31 of these species to *Medonina incertae sedis* list and reported that these species are suspicious species that must be confirmed, which may be included in other genera in the *Medonina*. Therefore, 88 species

from the Palearctic Region are known. These species are classified into five species groups called *Medon apicalis*, *M. ferrugineus*, *M. brunneus*, *M. fuscus* and *M. profundus* (Assing, 2014 a).

In Turkey, the genus *Medon* contains 22 species in four species groups (*M. apicalis* group, *M. ferrugineus* group, *M. brunneus* group, *M. fuscus* group) and nine of them are endemic to Anatolia (Anlaş, 2009; 2015). Seven species from the *M. apicalis* group (*M. assingi* Anlaş, 2015 (endemic); *M. beydaghensis* Fagel, 1969 (endemic); *M. caricus* Fagel, 1970; *M. maronitus*

(Saulcy, 1865); *M. reliquus* Assing, 2007 (endemic); *M. seleucus* Bordoni, 1975 (endemic); *M. subquadratus* Assing, 2004 (endemic)) with the highest endemism rate, are known and five of them are endemic for Anatolia. Three species are classified into the *M. ferrugineus* group (*M. dilutus pythonissa* (Saulcy, 1865); *M. ferrugineus* (Erichson, 1840); *M. rufiventris* (Nordmann, 1837)) and two species are classified into the *M. brunneus* group (*M. brunneus* (Erichson, 1839); *M. semiobscurus* (Fauvel, 1875)). The *M. fuscus* group (*M. abantensis* Bordoni, 1980; *M. fuscoides* Coiffait, 1969; *M. fuscus* (Mannerheim, 1830); *M. lamellatus* Assing, 2004 (endemic); *M. lanugo* Assing, 2004 (endemic); *M. lindbergi* Scheerpeltz, 1958; *M. lydicus* Bordoni, 1980; *M. meybohmi* Assing, 2007 (endemic); *M. solitarius* Assing, 2009 (endemic); *M. subfuscus* Fagel, 1969), which has the most diversity, is represented by 10 species and four of these species are endemic in Anatolia.

Ecologically, the *Medon* species are the most commonly inhabit the litter layer. In addition, it can be found in damp meadows and under the rocks near the stream. Species that associated with subterranean small mammal nests such as *M. ripicola* (Kraatz, 1854) and *M. castaneus* (Gravenhorst, 1802) are also known (Assing, 2006). There were also species recorded from the caves (e.g. *M. fuscus* and *M. semiobscurus*) (Anlaş, 2015). But most of them are not troglobionts.

The main purposes of the present paper were to contribute to determining the Turkish *Medon* fauna.

## MATERIAL and METHODS

Aegean and Central Anatolia Regions material was obtained from various field trips within two project supported by Scientific and Technological Research

Council of Turkey Projects between the years 2013-2019 (TÜBİTAK, Project no: 112T907 and 215Z080). Other regions material was collected between the years 2010-2019. Also, some of the material of the genus *Medon* found in the Alaşehir Zoology Museum, Manisa (AZMM) was re-examined. Samples were collected using aspirator, sifter, pitfall trap, berlese funnel and MSS trap methods. All material in this study is deposited in the AZMM.

Classification and nomenclature were made according to Assing (2004 a, 2007 a, 2013 a) and Schülke and Smetana (2015). Google Earth Pro was used to create the maps. All known records were used with the records in this paper while creating maps.

## RESULTS

A total of 702 individuals belonging to the genus *Medon* were examined and 15 of the 22 known species from Turkey were identified. These species;

### *Medon apicalis* group

#### *Medon caricus* Fagel, 1970

**Material examined:** **İzmir:** 1♂, 3♀♀, 25.XI.2014, Ödemiş, Bozdağlar, 38°24'46"N, 28°08'01"E, 950 m, berlese funnel, leg. Yağmur & Örgel. **Muğla:** 1♀, 21.V.2015, Dalaman, 36°53'37"N, 28°53'37"E, 127 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel.

**Distribution in Turkey:** Aydın, Çanakkale, Isparta, İzmir, Muğla (Anlaş, 2009, 2015) (Figure 1).

**Distribution in the world:** The known distribution of *M. caricus* is confined to Amorgos Island (in the Aegean Sea) and West Anatolia (Assing, 2004 a, 2007 b; Anlaş and Rose, 2009; Anlaş, 2015; Schülke and Smetana, 2015).

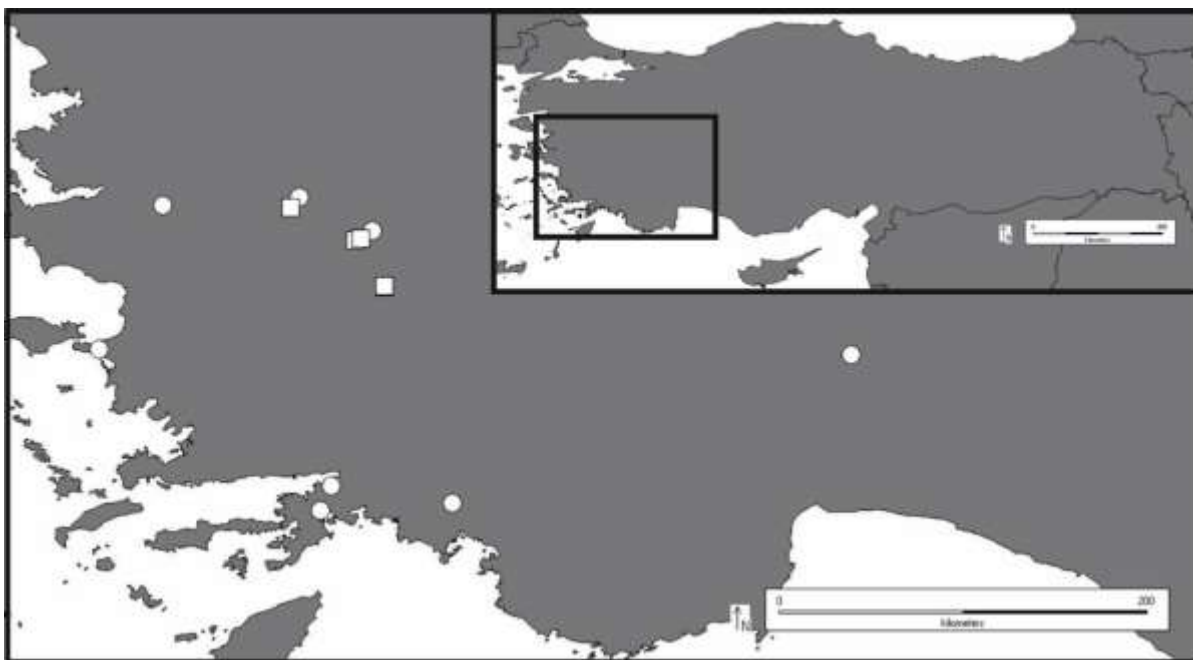


Figure 1. Distributions of *Medon caricus* Fagel (circles) and *M. reliquus* Assing (squares) in Turkey.



Şekil 1. *Medon caricus* Fagel (daireler) ve *M. reliquus* Assing (kareler) türlerinin Türkiye'deki yayılışları.

***Medon reliquus* Assing, 2007**

**Material examined:** **Manisa:** 1♂, 26.X.2016, Alaşehir, Dağarlar, 38°11'49"N, 28°24'51"E, 576 m, berlese funnel, leg. Yağmur & Örgel; 1♀, 11.X.2013, Kiraz 10 km E, 722 m, 38°12'17"N, 28°26'25"E, sifter, leg. Özgen & Örgel.

**Distribution in Turkey:** Aydın, İzmir (Anlaş, 2009). The species is reported from Manisa Province for the first time (Figure 1).

**Distribution in the world:** The species is most probably endemic to the Bozdağlar and the Aydın Mountains in western Anatolia (Assing, 2007 a; Schülke and Smetana, 2015).

***Medon maronitus* (Saulcy, 1864)**

**Material examined:** **Afyonkarahisar:** 2♂♂, 1♀, 15.IV.2013, İhsaniye, Döğer 2 km E, 39°09'13"N, 30°25'52"E, 1286 m, under stone, leg. Anlaş, Yağmur & Örgel. **Aydın:** 1♂, 22.III.2015, Dilek Peninsula National Park, 37°39'49"N, 27°12'57"E, 969 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Denizli:** 1♂, 3♀♀, 30.V.2014,

Babadağ, 37°47'43"N, 28°48'47"E, 903 m, sifter, leg. Örgel. **Kütahya:** 1♂, 13.IV.2015, Simav, Akdağ, 39°14'58"N, 28°49'41"E, 1670 m, under stone, leg. Anlaş, Yağmur & Örgel. **Manisa:** 3♂♂, 5♀♀, 11.IV.2014, Alaşehir-Kiraz road, 38°13'N, 28°35'E, ca. 500 m, sifter, leg. Özgen & Örgel (as *M. reliquus* in Anlaş, 2015). **Niğde:** 1♂, 1♀, 02.VI.2016, Ulukışla, Horoz, 37°28'47"N, 34°47'55"E, 1049 m, sifter, leg. Anlaş, Örgel & Yaman. **Uşak:** 1♂, 2♀♀, 03.V.2015, Murat Mountain, 38°55'N, 29°36'E, 1756 m, under stone, leg. Yağmur & Örgel.

**Distribution in Turkey:** Adana, Antalya, Artvin, Aydın, Bursa, Denizli, Erzurum, Hatay, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Manisa, Mersin, Muğla, Osmaniye, Samsun (Anlaş, 2009; 2015; Assing, 2009, 2013 a; b). The species is reported from Afyonkarahisar, Kütahya, Niğde and Uşak Provinces for the first time (Figure 2).

**Distribution in the world:** The distribution of this species ranges from the Eastern Mediterranean to Central Asia. (Assing, 2004 a; b; 2007 b, 2009, 2013 a; b, Anlaş, 2015; Schülke and Smetana 2015).

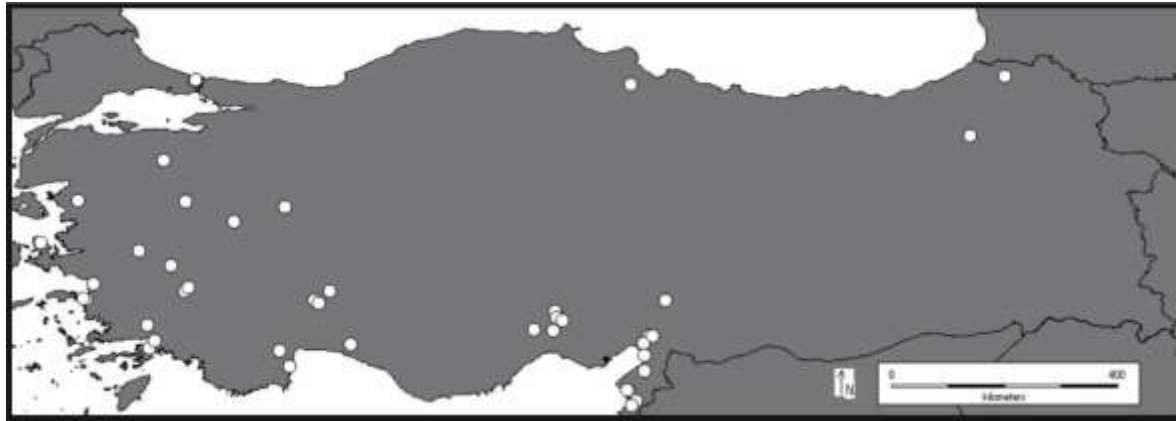


Figure 2. Distribution of *Medon maronitus* (Saulcy) in Turkey.

Şekil 2. *Medon maronitus* (Saulcy) türünün Türkiye'deki yayılışı.

***Medon brunneus* group**

***Medon brunneus* (Erichson, 1839)**

**Material examined:** **Afyonkarahisar:** 1♂, 1♀, 02.V.2015, Ahır Mountains, Büyükhacet Hill, 38°39'42"N, 30°06'05"E, 1925 m, under stone, leg. Yağmur & Örgel. **Bursa:** 2♂♂, 02.VI.2015, Büyükorhan 5 km NE, 39°47'18"N, 28°54'51"E, 780 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Kütahya:** 1♂, 2♀♀, 13.IV.2015, Simav, Akdağ, 39°14'58"N, 28°49'41"E, 1670 m, under stone, leg. Anlaş & Örgel.

**Distribution in Turkey:** Balıkesir, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya (Anlaş, 2009; Assing, 2013 a; b) (Figure 3). This species, known only from the Marmara Region in Turkey, is reported for the first time from the Aegean region (Afyonkarahisar

Province). It is also reported from the Bursa Province for the first time.

**Distribution in the world:** This species, which is widespread in the West Palearctic, is known from northwestern Turkey, the Balkans, Crete, Italy, Central Europe, northeastern Spain, southern France, northern Europe (Assing, 2004 a, 2006, 2009, 2013 a; b; Anlaş, 2015; Schülke and Smetana, 2015).

***Medon semiobscurus* (Fauvel, 1875)**

**Material examined:** **Adana:** 1♂, 1♀, 13.V.2015, Pozantı, 37°20'57"N, 34°54'30"E, sifter, leg. Karakaş & Kunt. **Adıyaman:** 2♂♂, 03.IV.2017, 2 km SE Taşgedik, 37°50'40"N, 38°18'56"E, 979 m, sifter, leg. Yağmur, Örgel & Yaman; 1♂, 03.IV-22.VIII.2017, 2 km SE

Taşgedik, 37°50'40"N, 38°18'56"E, 979 m, pitfall traps, leg. Yağmur; 7♂♂, 5♀♀, 05.IV.2017, 3 km N Gerger, 38°00'44"N, 39°00'12"E, 587 m, sifter, leg. Yağmur, Örgel & Yaman. **Afyonkarahisar:** 2♂♂, 15.IV.2015, Hocalar, Kirseli Mountain, 38°33'44"N 30°02'17"E, 1460 m, under stone, leg. Anlaş & Örgel. **Ankara:** 1♂, 1♀, 9.IV.2017, Beypazarı, Üreğil, 40°17'07"N, 32°04'11"E, 1375 m, sifter, leg. Örgel & Yaman. **Antalya:** 1♂, 11.III.2016, Kumluca, 36°21'27"N, 30°18'04"E, 85 m, sifter, leg. Kunt. **Aydın:** 1♂, 1♀, 12.V.2017, 4 km S Güzelçamlı, Dilek Peninsula, 37°41'26"N, 27°14'14"E, 163 m, berlese funnel, leg. Yağmur. **Balıkesir:** 1♂, 2♀♀, 25.X.2017, Havran, Eğmir, 39°35'50"N, 27°16'11"E, 249 m, sifter, leg. Sak & Bulut; 1♂, 10.XI.2017, Susurluk, Ekinlik, 39°54'32"N, 28°12'49"E, 452 m, sifter, leg. Sak & Bulut. **İzmir:** 1♂, 1♀, 28.XI.2014, Bozdağlar, Ödemiş, Horzum 5 km SE Subatan Plateau, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Konya:** 1♂, 10.07.2018-11.10.2018, Derebucak, 37°22'37"N, 31°29'36"E, 1349 m, MSS trap. **Manisa:** 1♂, 01.IV-12.X.2017, Alaşehir, Dağarlar, Kiraz road, 38°11'49"N, 28°28'51"E, 576 m, MSS trap; 5♂♂, 1♀, 01.IV-12.X.2017, Alaşehir, Turcuk, 38°13'49"N, 28°35'00"E, 376 m, MSS trap; 1♂, 1♀,

30.XI.2014, Spil Dağı, 38°33'44"N, 27°23'10"E, 1100 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel; 2♂♂, 3♀♀, 07.IV.2015, Soma, Yağcılı 3 km E, 39°20'53"N, 27°42'24"E, 380 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Muğla:** 2♂♂, 2♀♀, 20.III.2015, Dalaman Valley, 36°48'41"N, 28°53'19"E, 99 m, sifter, Yağmur & Örgel; 1♂, 1♀, 21.III.2015, Datça 36°43'38"N, 27°34'16"E, 994 m, sifter, Yağmur & Örgel. **Uşak:** 3♂♂, 2♀♀, 03.V.2015, Murat Mountain, 38°55'N, 29°36'E, 1756 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel.

**Distribution in Turkey:** This species has been reported from many provinces in western and southern Anatolia (Anlaş, 2009, 2015; Assing, 2009, 2013 a; b; Özgen et al., 2010) (Figure 3). It is recorded for the first time with this study from Central Anatolia (Ankara and Konya Provinces). It is also reported from the Adıyaman, Afyonkarahisar and Uşak Provinces for the first time.

**Distribution in the world:** The known distribution of *M. semiobscurus* is confined to Turkey, Middle East and Rhodes, Kos, Samos Islands (in Aegean Sea) (Assing, 2004 a, 2013 a; Schülke and Smetana, 2015).

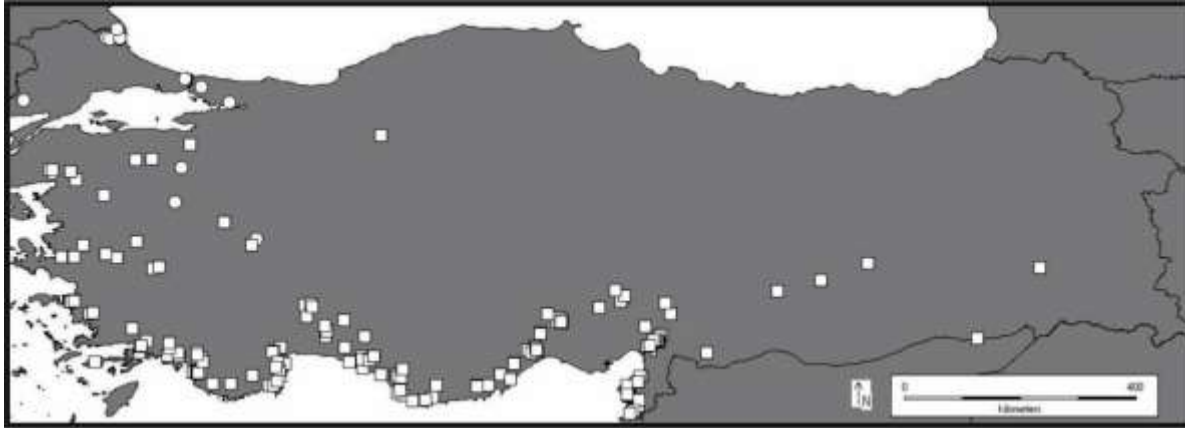


Figure 3. Distributions of *Medon brunneus* (Erichson) (circles) and *M. semiobscurus* (Fauvel) (squares) in Turkey. **Şekil 3.** *Medon brunneus* (Erichson) (daireler) ve *M. semiobscurus* (Fauvel) türlerinin Türkiye'deki yayılışları.

### *Medon ferrugineus* group

#### *Medon dilutus pythonissa* (Saulcy, 1865)

**Material examined:** **Afyonkarahisar:** 2♂♂, 1♀, 15.IV.2015, Hocalar, Kirseli Mountain, 38°33'44"N 30°02'17"E, 1460 m, under stone, leg. Anlaş & Örgel. **Ankara:** 4♂♂, 3♀♀, 21.VI.2016, Nallıhan, 40°05'56"N, 31°02'30"E, 800 m, sifter, leg. Örgel & Yaman; 10♂♂, 3♀♀, 22.XI.2018, Polatlı, Avşar, 39°45'24"N, 32°06'36"E, 1067 m, sifter, leg. Örgel & Yaman; 2♂♂, 1♀, 22.XI.2018, Polatlı, Çanakçı, 39°26'23"N, 32°05'35"E, 900 m, sifter, leg. Örgel & Yaman; 4♂♂, 3♀♀, 18.X.2018, Kızılcahamam, 2 km S Sazak, 40°23'43"N, 32°36'16"E, 1029 m, sifter, leg. Örgel & Yaman. **Aydın:** 1♂, 2♀♀, 21.III.2015, Dilek Peninsula, 37°40'05"N, 27°13'10"E, 803 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Balıkesir:** 1♂, 2♀♀, 15.X.2017, Susurluk,

Ekinlik, 39°54'32"N, 28°12'49"E, 452 m, sifter, leg. Sak & Bulut; 2♂♂, 3♀♀, 09.XI.2017, Kepsut, Bükdere, 39°44'43"N, 28°15'03"E, 113 m, sifter, leg. Sak & Bulut; 2♂♂, 02.X.2017, Kepsut, Bükdere, 39°44'48"N, 28°14'53"E, 84 m, sifter, leg. Sak & Bulut; 1♂, 8♀♀, 15.X.2017, Manyas, Hamamlı, 40°06'29"N, 27°53'53"E, 47 m, sifter, leg. Sak & Bulut; 2♂♂, 5♀♀, 25.X.2017, Gömeç, Hacıhüseyinler-Kumgedik road, 39°21'23"N, 26°55'10"E, 294 m, berlese funnel, leg. Sak & Bulut; 1♂, 18.V.2017, Kepsut, Bükdere, Ulupınar Cave road, 39°47'46"N, 28°21'05"E, berlese funnel, leg. Bulut; 2♂♂, 09.X.2017, Bigadiç, Bademli road, 39°26'17"N, 28°04'08"E, 249 m, sifter, leg. Sak & Bulut; 2♂♂, 1♀, 10.XI.2017, Manyas, Hamamlı, 40°06'29"N, 27°53'53"E, 47 m, sifter, leg. Sak & Bulut; 1♂, 2♀♀, 09.XI.2017, Sındırgı, Akhisar-Sındırgı road,

39°13'27"N, 28°07'22"E, 237 m, berlese funnel, leg. Sak & Bulut; 1♂, 16.X.2017, Savaştepe, Dikmenler, 39°22'45"N, 27°44'47"E, 484 m, sifter, leg. Sak & Bulut; 2♂♂, 3♀♀, 16.X.2017, İvrindi, Topuzlar, 39°36'44"N, 27°25'43"E, 310 m, berlese funnel, leg. Sak & Bulut; 3♂♂, 1♀, 10.XI.2017, Susurluk, Ekinlik, 39°54'32"N, 28°12'49"E, 452 m, berlese funnel, leg. Sak & Bulut; 1♂, 4♀♀, 10.XI.2017, Erdek, Kirazlı Monastery road, 40°27'36"N, 27°54'17"E, 375 m, sifter, Sak & Bulut; 2♂♂, 2♀♀, 15.X.2017, Gönen, 40°06'52"N, 27°45'20"E, 125 m, berlese funnel, leg. Sak & Bulut; 4♂♂, 8♀♀, 15.X.2017, Erdek, 40°27'36"N, 27°54'36"E, 202 m, berlese funnel, leg. Sak & Bulut; 3♂♂, 1♀, 02.X.2017, Sındırgı, 39°13'27"N, 28°07'22"E, 237 m, sifter, leg. Sak & Bulut; 8♂♂, 5♀♀, 19.X.2017, Kepsut, Bükdere, 39°44'34"N, 28°14'12"E, 142 m, berlese funnel, leg. Yağmur & Bulut; 14♂♂, 26♀♀, 20.X.2017, Erdek, 40°27'36"N, 27°54'36"E, 202 m, berlese funnel, leg. Sak & Bulut; 8♂♂, 13♀♀, 02.X.2017, Bigadiç, Bademli road, 39°26'17"N, 28°04'08"E, 249 m, berlese funnel, leg. Sak & Bulut; **Burdur:** 1♂, 2♀♀, 30.IV.2017, Salda Lake environs, 37°30'33"N, 29°41'59"E, 1558 m, sifter, leg. Yağmur. **Bursa:** 2♂♂, 28.VIII.2016- 02.II.2017, Harmancık, 39°41'21"N, 29°07'28"E, 609 m, pitfall, leg. Yağmur; 1♂, 24.II.2017, Karacabey, Yeniköy, berlese funnel, leg. Yağmur; 2♂♂, 2♀♀, 02.VI.2015, Büyükorhan 5 km NE, 38°48'40"N, 28°56'04"E, 779 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel; 1♂, 02.VI.2015, Keles, Pelitören, 39°54'56"N, 29°18'38"E, 955 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel; 2♂♂, 1♀, 02.VI.2015, Harmancık, Yeşilyurt 2 km S, 39°43'41"N, 29°13'20"E, 963 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Denizli:** 1♂, 6♀♀, Çal, Çökelez Mountain, 38°04'03"N, 29°23'16"E, 936 m, berlese funnel, leg. Yağmur & Örgel; 1♂, 22.III.2016, Bozkurt, İnceler, Eşeler Mountain, 37°42'32"N, 29°34'16"E, 1300 m, berlese funnel, leg. Örgel & Yaman. **İzmir:** 4♂♂, 1♀, 25.III.2017, Ödemiş, Bozdağlar, 38°17'25"N, 28°09'02"E, 774 m, berlese funnel, leg. Yağmur; 1♂, 02.II-28.VI.2017, Karaburun, Bozköy, 38°38'45"N, 26°27'48"E, 52 m, pitfall, leg. Yağmur; 1♂, 2♀♀, 01.06-20.10.2018, Kemalpaşa, Nif Dağı, 38°23'03"N, 27°21'17"E, 1453 m, MSS trap; 1♂, 17.04-22.10.2017, Kemalpaşa, Nif Mountain, 38°23'03"N, 27°21'17"E, 1453 m, MSS trap; 3♂♂, 2♀♀, 09.IX.2015-20.II.2016, Kemalpaşa, Spil Mountain, 38°32'18"N, 27°27'35"E, 1052 m, MSS trap; 2♂♂, 1♀, 09.IX.2016-24.III.2017, Kemalpaşa, Spil Mountain, 38°32'18"N, 27°27'35"E, 1052 m, MSS trap; 2♂♂, 3♀♀, 15.IV-25.XI.2017, Kemalpaşa, Spil Mountain, 38°32'18"N, 27°27'35"E, 1052 m, MSS trap; 5♂♂, 2♀♀, 26.VI-16.X.2016, Kemalpaşa, Spil Mountain, 38°32'18"N, 27°27'35"E, 1052 m, MSS trap; 1♂, 1♀, 01.IV-12.X.2017, Ödemiş, Bozdağlar, 38°17'25"N, 28°01'02"E, 774 m, MSS trap; 1♂, 1♀, 01.VII-08.IX.2015, Kemalpaşa, Spil Mountain, 38°32'18"N, 27°27'35"E, 1052 m, MSS trap; 1♂, 25.III-12.X.2017, Ödemiş, Gölcük, 38°18'40"N, 28°00'46"E, 1154 m, pitfall. **Kahramanmaraş:** 1♂, 2♀♀,

21.VIII.2017-27.VII.2018, Pazarcık, 7 km S Narlı, 37°19'16"N, 37°10'10"E, 855 m, pitfall. **Kırşehir:** 10♂♂, 8♀♀, 15.X.2018, Akçakent, 3 km W Yetikli, 39°38'18"N, 34°08'36"E, 1220 m, sifter, leg. Örgel & Yaman; 7♂♂, 4♀♀, 01.V.2019, Akçakent, 2 km NE Yetikli, 39°38'10"N, 34°11'10"E, 1505 m, sifter, leg. Örgel & Köksal. **Konya:** 2♂♂, 4♀♀, 15.XI.2018, Seydişehir, 4 km N Bahçelievler, 37°29'54"N, 31°49'05"E, 1175 m, sifter, leg. Örgel & Yaman. **Kütahya:** 2♂♂, 13.IV.2015, Simav, Akdağ, 39°14'58"N, 28°49'41"E, 1670 m, under stone, leg. Anlaş & Örgel. **Manisa:** 2♂♂, 19.VI.2016, Alaşehir, Dağarlar, 38°11'49"N, 28°28'51"E, 576 m, berlese funnel, leg. Yağmur & Örgel; 6♂♂, 13.VI.2017, Alaşehir, Turcuk, 38°13'49"N, 28°35'00"E, berlese funnel, leg. Yağmur & Örgel; 1♂, 26.X.2016, Alaşehir, Dağarlar, 38°11'49"N, 28°24'51"E, 576 m, berlese funnel, leg. Yağmur & Örgel; 2♂♂, 01.06-20.10.2018, Spil Mountain, 38°34'07"N, 27°24'04"E, 1028 m, MSS trap; 3♂♂, 1♀, 01.VII-08.IX.2015, Manisa, Alaşehir, Turcuk, 38°13'49"N, 28°35'00"E, 376 m, MSS trap; 2♂♂, 2♀♀, 01.IX-01.X.2018, Manisa, Alaşehir, Turcuk, 38°13'49"N, 28°35'00"E, 376 m, MSS trap; 1♂, 1♀, 19.VI-26.X.2016, Manisa, Alaşehir, Turcuk, 38°13'49"N, 28°35'00"E, 376 m, MSS; trap; 1♂, 2♀♀, 01.IV-12.X.2017, Alaşehir, Dağarlar, Kiraz road, 38°11'49"N, 28°28'51"E, 576 m, MSS trap. **Nevşehir:** 4♂♂, 9♀♀, 18.XI.2018, Hacıbektaş, Hırkatepesidelik, 38°51'50"N, 34°36'06"E, 1357 m, under stone, leg. Örgel & Yaman. **Osmaniye:** 3♂♂, 15.VI.2014, Kuşçubeli Pass, sifter, leg. Örgel. **Uşak:** 2♂♂, 26.III.2015, Mesudiye Köyü, 38°42'42"N, 29°31'08"E, 972 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Yozgat:** 1♂, 15.X.2018, Aydıncık, Kuşsaray, 40°05'48"N, 35°11'11"E, 1266 m, sifter, leg. Örgel & Yaman.

**Distribution in Turkey:** Widespread in Turkey (Anlaş, 2009, 2015; Anlaş and Çevik, 2008; Anlaş and Rose 2009; Assing, 2004 a; b, 2006, 2007 a; b, 2009, 2010, 2013 a; b; Tezcan and Anlaş, 2009) (Figure 4). But It is reported from the Afyonkarahisar, Burdur, Kırşehir, Kütahya, Osmaniye and Yozgat Provinces for the first time.

**Distribution in the world:** The species is widespread in the Eastern Mediterranean (Assing, 2004a,b; Schülke and Smetana, 2015).

#### *Medon ferrugineus* (Erichson, 1840)

**Material examined:** **Afyonkarahisar:** 3♀♀, 1♂, 02.V.2015, Ahrır Mountains, Büyükkavşak Hill, 38°43'08"N, 30°03'48"E, 1810 m, under stone, leg. Yağmur & Örgel. **Ankara:** 2♂♂, 2♀♀, 18.V.2018, Kızılcahamam, Egerlibaşköy 2 km NE, 1860 m, 40°35'24"N, 32°48'52"E, under stone, leg. Örgel & Yaman; 1♂, 29.IV.2019, Akyurt, 4 km SE Samut, 40°03'52"N, 33°11'27"E, 1720 m, under stone, leg. Örgel & Köksal. **Çankırı:** 1♂, 2♀♀, 20.V.2018, Korgun, Çukurören 3 km SW, 1390 m, 40°38'55"N, 33°22'05"E,



under stone, leg. Örgel & Yaman. **Denizli:** 1♂, 12.IV.2015, Haytabey, 38°00'41"N, 29°10'46"E, 1116 m, sifter, leg. Anlaş, Yağmur, Örgel & Altın. **Eskişehir:** 3♂♂, 7♀♀, 27.IV.2019, Sarıcakaya, 6 km N İğdir, 40°05'50"N, 30°37'11"E, 1120 m, sifter, leg. Örgel & Köksal. **Kayseri:** 1♂, 09.IV.2018, Akkışla, Gömürgen 7 km E, Hınzır Mountains, 1970 m, 39°01'19"N, 36°17'52"E, 1970 m, under stone, leg. Yağmur & Örgel, Yaman. **Konya:** 2♂♂, 3♀♀, 03.V.2018, Hadim, Çiftepınar 5 km S, 36°58'21"N, 32°41'05"E, 2020 m, under stone, leg. Örgel & Yaman. **Manisa:** 1♂, 07.IV.2015, Soma, Yağcılı, 39°20'05"N, 27°40'23"E, 306

m, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Sivas:** 1♂, 19.IV.2018, Divriği, Uluçayır 2 km S, Leke Mountain, 39°11'45"N, 37°59'26"E, 1830 m, under stone, leg. Anlaş & Örgel, Yaman; 1♂, 12.IV.2019, Yıldızeli, Yukarıçakmak 2 km W, 39°57'02"N, 36°41'43"E, 1560 m, under stone, leg. Anlaş, Örgel & Köksal; 1♂, 14.IV.2019, Doğanşar, Başekin 3 km W, 40°07'20"N, 37°28'15"E, 1900 m, under stone, leg. Anlaş, Örgel & Yağmur. **Yozgat:** 1♂, 07.IV.2018, Çayıralan, Külekçi 3 km SE, 39°22'58"N, 35°41'42"E, 1570 m, under stone, leg. Yağmur Örgel & Yaman.

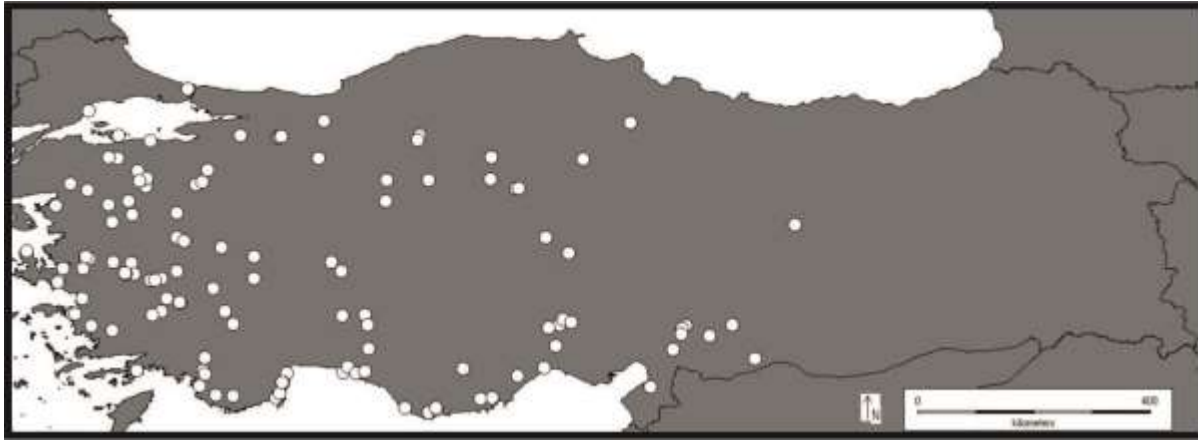


Figure 4. Distribution of *Medon dilutus pythonissa* (Saulcy) in Turkey.

Şekil 4. *Medon dilutus pythonissa* (Saulcy) türünün Türkiye'deki yayılışı.

**Distribution in Turkey:** This species has been reported from many provinces in northern Turkey (Anlaş, 2015; Assing, 2004 a; b, 2007 a; b, 2013 a; b 2014 b) (Figure 5). It is recorded for the first time with this study from Aegean Region (Afyonkarahisar, Denizli and Manisa Provinces). It is also reported from the Çankırı, Kayseri, Sivas and Yozgat Provinces for the first time.

**Distribution in the world:** This species is known from Turkey, the Balkans and southeast of Central Europe (Assing, 2004 a, 2013; Schülke and Smetana, 2015).

#### *Medon rufiventris* (Nordmann, 1837)

**Afyonkarahisar:** 1♂, 23.V.2015, Sandıklı, Akdağ, 38°21'08"N, 30°01'23"E, 1508 m, under stone, leg. Yağmur & Örgel. **Ankara:** 1♂, 10.III.2018, Mamak, Kutludüğün Plateau, 39°52'11"N, 33°06'04"E, 1436 m, under stone, leg. Örgel & Yaman. **Eskişehir:** 1♂, 1♀, 21.VI.2016, Sarıcakaya, 39°52'22"N, 30°38'13"E, sifter, leg. Örgel & Yaman. **Nevşehir:** 1♂, 25.III.2018, Ürgüp, Hodul Mountain, 38°30'43"N, 35°01'30"E, 1950 m, sifter, leg. Örgel & Yaman.



Figure 5. Distributions of *Medon ferrugineus* (Erichson) (circles) and *M. rufiventris* (Nordmann) (squares) in Turkey.

Şekil 5. *Medon ferrugineus* (Erichson) (daireler) ve *M. rufiventris* (Nordmann) (kareler) türlerinin Türkiye'deki



*yayılışları.*

**Distribution in Turkey:** Adana, Antalya, Isparta, Mersin, Sinop (Anlaş, 2009, 2015; Assing, 2004 a, 2009) (Figure 5). This species is recorded for the first time from the Aegean (Afyonkarahisar) and Central Anatolia (Ankara, Eskişehir, Nevşehir) Region.

**Distribution in the world:** This species, which is rare but has a widespread in the Western Palearctic, is known from the Caucasus to Spain and from the south of Northern Europe (Assing, 2004 a, 2013 a, Schülke and Smetana, 2015).

***Medon fuscus* grup**

***Medon abantensis* Bordoni, 1980**

**Material examined:** **Afyonkarahisar:** 1♂, 1♀, 15.IV.2015, Hocalar, Kirseli Mountain, 38°33'44"N 30°02'17"E, 1460 m, under stone, leg. Anlaş & Örgel. **Ankara:** 1♂, 26.IX.2017, Kızılcahamam-Çerkeş road, 40°36'19"N, 32°39'50"E, 1150 m, under stone, leg. Örgel & Yaman. **Çankırı:** 1♂, 17.10.2018-30.VI.2019, Ilgaz Mountains, 41°02'49"N, 33°42'46"E, 1926 m, MSS trap. **Denizli:** 3♂♂, 1♀, 30.V.2014, Babadağ, 37°47'43"N, 28°48'47"E, 903 m, sifter, leg. Örgel; 3♂♂, 1♀, 22.XI.2014, Çal, Küçük Çökelez Mountain, 1575 m, 38°02'48"N, 29°22'11"E, under stone, leg. Yağmur & Örgel. **Kütahya:** 1♂, 13.IV.2015, Simav, Akdağ, 39°14'58"N, 28°49'41"E, 1670 m, under stone, leg. Anlaş & Örgel. **Manisa:** 1♂, 26.X.2016, Alaşehir, Dağarlar, 38°11'49"N, 28°24'51"E, 576 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel.

**Distribution in Turkey:** Artvin, Bolu, Denizli, Eskişehir, İzmir, Manisa, Rize, Samsun, Tokat (Anlaş, 2009, 2015; Anlaş and Rose, 2009; Assing, 2004a, 2007b, 2013a) (Figure 6). It is recorded for the first time from Central Anatolia Region (Ankara and Çankırı). It is also reported from the Afyonkarahisar and Kütahya Provinces for the first time.

**Distribution in the world:** This species is known only from Turkey and the Caucasus (Assing, 2004 a; b; Schülke and Smetana, 2015).

***Medon fuscoides* Coiffait, 1969**

**Material examined:** **Elazığ:** 1♂, 07.VIII.2014, Gezin, Beltaşı, under stone. **Malatya:** 1♂, 1♀, 25.VII.2007, Hekimhan, İpekyolu, Girmana, under stone, leg. Anlaş & Yağmur (as *M. abantensis* in Anlaş, 2015). **Tunceli:** 5♂♂, 7♀♀, 13.X.2007, Halvoru su kaynağı, Karşılar 2 km D., 39°10'42"N, 39°27'41"E, 965 m, under stone, leg. Anlaş (as *M. abantensis* in Assing, 2009; Anlaş and Rose, 2009).

**Distribution in Turkey:** Diyarbakır, Hakkâri, Tunceli (Assing, 2004 a) (Figure 6). It is reported from the Elazığ and Malatya Provinces for the first time.

**Distribution in the world:** The known distribution of *M. fuscoides* is confined to Armenia, Eastern Anatolia and Iran (Assing, 2004 a; Schülke and Smetana, 2015).

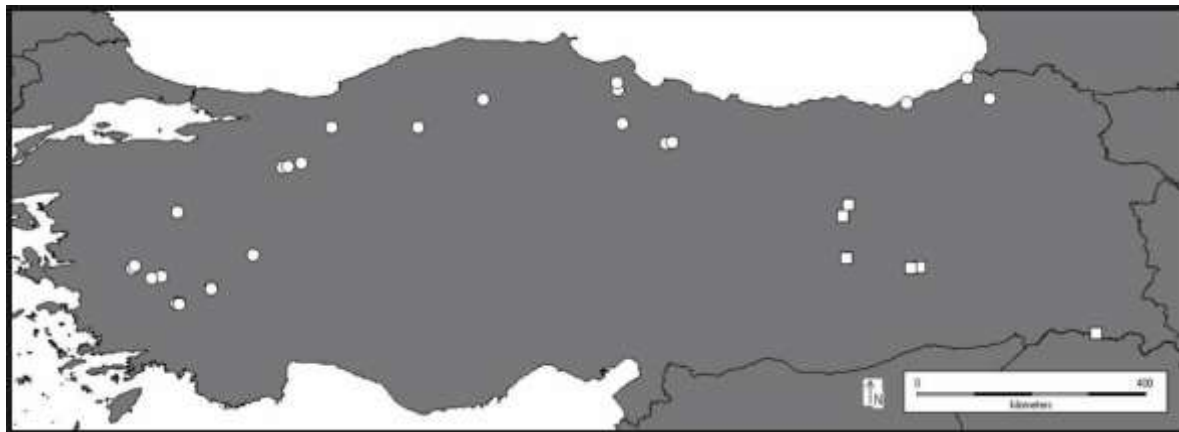


Figure 6. Distributions of *Medon abantensis* Bordoni (circles) and *M. fuscoides* Coiffait (squares) in Turkey.  
**Şekil 6.** *Medon abantensis* Bordoni (daireler) ve *M. fuscoides* Coiffait (kareler) türlerinin Türkiye'deki yayılışları.

***Medon fuscus* (Mannerheim, 1830)**

**Material examined:** **Afyonkarahisar:** 1♂, 1♀, 02.V.2015, Ahrır Mountains, Büyükhacet Hill, 38°39'42"N, 30°06'05"E, 1925 m, under stone, leg. Yağmur & Örgel. **Ankara:** 1♂, 29.IV.2019, Akyurt, 4 km SE Samut, 40°03'52"N, 33°11'27"E, 1720 m, under stone, leg. Örgel & Köksal. **Antalya:** 1♂, 2♀♀, VII.2011, Alanya, Kaşbeleni Plateau road, sifter, leg. Anlaş. **Aydın:** 3♀♀, 22.III.2015 Dilek Peninsula

National Park, 37°39'49"N, 27°12'57"E, 969 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Balıkesir:** 2♂♂, 22.VI.2017, Sındırgı, 39°13'27"N, 28°07'22"E, 237 m, berlese funnel, leg. Bulut; 2♂♂, 19.X.2017, Kepsut, Bükdere, 39°44'43"N, 28°15'03"E, 113 m, berlese funnel, leg. Yağmur & Bulut; 1♂, 15.X.2017, Erdek, Kirazlı Monastery environs, 40°27'36"N, 27°54'36"E, 202 m, sifter, leg. Sak & Bulut. **Bilecik:** 1♂, 21.III.2018, Kayabeli, sifter. **Çankırı:** 1♂, 21.V.2018, Ilgaz, Ilgaz

Mountains, 1926 m, 41°02'49"N, 33°42'46"E, under stone, leg. Örgel & Yaman. **Elazığ:** 1♂, 1♀, 01.VII.2013, Yedigöze, sifter. **Gaziantep:** 1♂, 07.IV.2006, Şahinbey, Güllüce, Ellezi Mountain, sifter, leg. Yağmur. **İzmir:** 2♂♂, 1♀, 28.XI.2014, Bozdağlar, Ödemiş, Horzum 5 km SE, Subatan Plateau, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Kastamonu:** 2♂♂, 09.VII.2013, Pınarbaşı, Valla Valley, 41°42'19"N, 33°05'02"E, sifter, leg. Kunt. **Kayseri:** 1♂, 1♀, 05.VI.2016, Yahyalı, 38°03'01"N, 35°24'01"E, 1427 m, sifter, leg. Yağmur, Örgel & Yaman; 1♂, 1♀, 10.VI.2016, Yahyalı, Kapuzbaşı Waterfall, 37°46'31"N, 35°23'35"E, 750 m, sifter, leg. Yağmur, Örgel & Yaman; 2♂♂, 3♀♀, 07.V.2018, Develi, Yaylacık 6 km S, 38°04'26"N, 35°45'27"E, 1735 m, under stone, leg. Örgel & Yaman. **Konya:** 1♂, 1♀, 15.IV.2016, Seydişehir, Geyik Mountains, Rizebeli Pass, 37°27'18"N, 31°42'06"E, 1825 m, under stone, leg. Örgel & Yaman; 2♂♂, 15.IV.2016, Seydişehir, Geyik Mountains, 37°27'36"N, 31°23'35"E, 1477 m, under stone, leg. Örgel & Yaman; 1♂, 1♀, 14.IV.2016, Beyşehir, Dumanlı, 37°28'24"N, 31°19'46"E, 1760 m, under stone, leg. Örgel & Yaman; 1♂, 15.IV.2016, Seydişehir, Geyik Mountains, 37°27'36"N, 31°43'54"E, 1477 m, under stone, leg. Örgel & Yaman; 1♂, 19.V.2016, Beyşehir, Erenler Mountain, 37°47'20"N, 31°58'31"E, 1770 m, under stone, leg. Örgel & Yaman. **Kütahya:** 1♂, 19. IX. 2013,

Gediz, Sandıklı 2 km S, 38°55'03"N, 29°25'44"E, 854 m, sifter, leg. Özgen & Örgel; **Manisa:** 2♂♂, 19.VI.2016, Alaşehir, Dağarlar, 38°11'49"N, 28°28'51"E, 576 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel; 1♂, 6♀♀, 16.III.2017, Alaşehir, Dağarlar, 38°11'49"N, 28°28'51"E, 576 m, berlese funnel, leg. Yağmur & Örgel; 1♂, 26.X.2016, Alaşehir, Dağarlar, 38°11'49"N, 28°24'51"E, 576 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel; 2♂♂, 25.V-01.X.2018, Alaşehir, Dağarlar, Kiraz road, 38°11'49"N, 28°28'51"E, 576 m, MSS trap; 2♂♂, 3♀♀, 01.VII-10.IX.2015, Alaşehir, Dağarlar, MSS trap; 1♂, 1♀, 07.IV.2015, Soma, Yağcılı, 39°20'05"N, 27°40'23"E, 306 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Niğde:** 1♂, 2♀♀, 12.IV.2018, Bor, Halaç 8 km NE, Pozantı Mountains, 37°51'28"N, 34°48'01"E, 1960 m, under stone, leg. Anlaş & Örgel, Yaman; 1♂, 12.IV.2018, Bor, Pozantı Mountains, 37°50'51"N, 34°50'39"E, 2220 m, under stone, leg. Anlaş & Örgel, Yaman; 1♂, 02.VI.2016, Ulukışla, Horoz, 37°28'47"N, 34°47'55"E, 1049 m, sifter, leg. Anlaş, Örgel & Yaman. **Sivas:** 2♂♂, 1♀, 19.IV.2018, Divriği, Mursal 5 km W, Leke Mountain, 39°09'08"N, 37°55'43"E, 2080 m, under stone, leg. Anlaş & Örgel, Yaman. **Uşak:** 2♂♂, 26.III.2015, Altıntaş Village Pond, 38°43'04"N, 29°30'27"E, 918 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel; 2♂♂, 1♀, 24.XI.2014, Banaz, Susuz, 924 m, 38°38'47"N, 29°43'17"E, sifter, leg. Yağmur & Örgel.

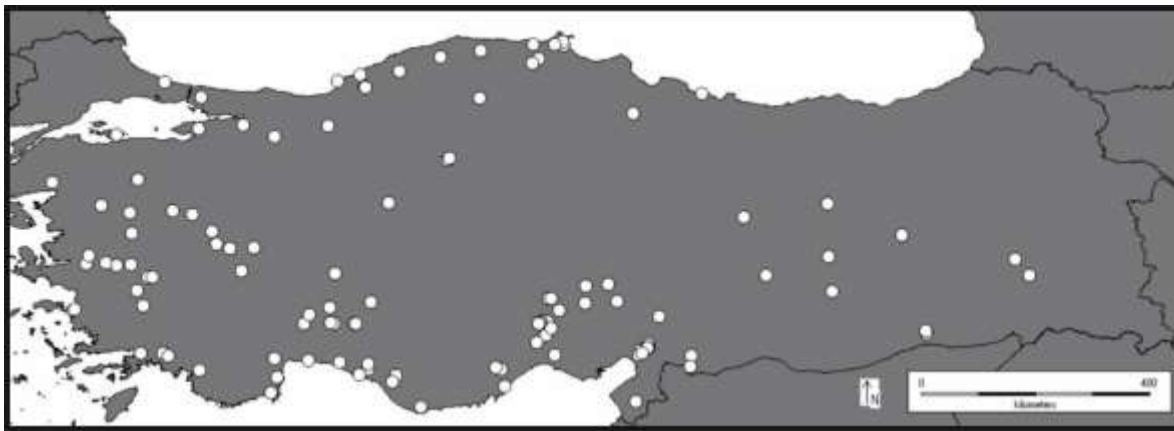


Figure 7. Distribution of *Medon fuscus* (Mannerheim) in Turkey.

Şekil 7. *Medon fuscus* (Mannerheim) türünün Türkiye'deki yayılışı.

**Distribution in Turkey:** This species is widespread in Turkey, except in northeastern Anatolia (Anlaş, 2009, 2015; Assing, 2004 a; b, 2006, 2007 a; b, 2009, 2013 a; b, 2014 b) (Figure 7). It is reported from the Afyonkarahisar, Bilecik, Çankırı, Elazığ, Kayseri, Niğde Sivas and Uşak Provinces for the first time.

**Distribution in the world:** Middle East, Turkey, the Balkans, the Black Sea region, Central Europe and South Britain (Anlaş, 2009, 2015; Assing, 2009, 2013 a; b, 2014; Schülke and Smetana, 2015).

#### *Medon lamellatus* Assing, 2004

**Material examined:** Adıyaman: 1♂, 06.IV-

21.VIII.2017, Gölbaşı, 5 km S Karakuyu, 37°41'59"N, 37°36'24"E, 1140 m, pitfall, leg. Yağmur; 1♂, 1♀, 21.VIII-30.VIII.2018, Gölbaşı, 5 km S Karakuyu, 37°41'59"N, 37°36'24"E, 1140 m, pitfall traps, leg. Yağmur. **Kayseri:** 3♂♂, 11♀♀, 17.V.2019, Sarız, 4 km SW Değirmentaş, 38°25'06"N, 36°18'11"E, 1770 m, under stone, leg. Örgel & Köksal.

**Distribution in Turkey:** Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye, Tunceli (Assing, 2004 a; b) (Figure 8). It is recorded for the first time from Central Anatolia Region (Kayseri). It is also reported from the Adıyaman Province for the first time.

**Distribution in the world:** This species is endemic to

Anatolia (Assing, 2004 a; b; Schülke and Smetana, 2015).

### *Medon lydicus* Bordoni, 1980

**Material examined:** **Balıkesir:** 1♂, 09.XI.2017, Kepsut, Bükdere, 39°44'43"N, 28°15'03"E, 113 m, berlese funnel, leg. Sak & Bulut; 1♂, 02.X.2017, Kepsut, Bükdere, 39°44'48"N, 28°14'53"E, 84 m, berlese funnel, leg. Sak & Bulut; 2♂♂, 3 ♀♀, 19.X.2017, Kepsut, Bükdere, 39°44'43"N, 28°15'03"E, 113 m, berlese funnel, leg. Yağmur & Bulut; 1♂, 4♀♀, 09.X.2017, Dursunbey, 39°34'36"N, 28°25'21"E, 569 m, sifter, leg. Sak & Bulut; 1♂, 5♀♀, 25.XI.2017, Edremit, Çamlıbel, 39°36'19"N, 26°52'12"E, 173 m, berlese funnel, leg. Sak & Bulut; 3♂♂, 22.VI.2017, Bigadiç, Bademli, 39°26'17"N, 28°04'08"E, 249 m, berlese funnel, leg. Bulut; 2♂♂, 22.VI.2017, Kepsut, Bükdere, 39°44'48"N, 28°14'53"E, 84 m, sifter, leg. Bulut; 1♂, 02.X.2017, Sındırgı, 39°13'27"N, 28°07'22"E, 237 m, sifter, leg. Sak & Bulut; 7♂♂, 22.VI.2017, Sındırgı, 39°13'27"N, 28°07'22"E, 237 m, berlese funnel, leg. Bulut; 22 ♂♂, 19.X.2017, Kepsut, Bükdere, 39°44'43"N, 28°15'03"E, 113 m, berlese funnel, leg. Yağmur & Bulut. **Bursa:** 1♂, 2♀♀, 14.VI.2017, Mustafakemalpaşa, Kösehoroz Waterfall road, 39°54'10"N, 28°30'41"E, 333 m, sifter, leg. Yağmur. **Denizli:** 3♂♂, 6♀♀, 12.X.2013, Karcı Mountain, 37°44'22"N, 28°58'37"E, 920 m, sifter, leg. Özgen & Örgel (as *M. abantensis* in Anlaş, 2015); 5♂♂, 4♀♀, 12.X.2013, Karcı Mountain, 37°44'53"N,

28°58'56"E, 724 m, sifter, leg. Özgen & Örgel (Anlaş, 2015; *M. abantensis*); 3♂♂, 12.X.2013, Karcı Mountain, 37°44'31"N, 28°58'36"E, 928 m, sifter, leg. Özgen & Örgel. **İzmir:** 2♂♂, 2♀♀, 10.IV.2014, Kiraz, Karayavrular, sifter, leg. Özgen & Örgel (as *M. abantensis* in Anlaş, 2015); 2♂♂, 28.XI.2014, Bozdağlar, Ödemiş, Horzum 5 km SE, Subatan Plateau, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Manisa:** 1♂, 26.X.2016, Alaşehir, Dağarlar, 38°11'49"N, 28°24'51"E, 576 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel; 1♂, 09.IX.2016-17.III.2017, Manisa, Salihli, Bozdağlar, 38°25'00"N, 28°05'03"E, 922 m, MSS trap. **Muğla:** 2♂♂, 5♀♀, 30.V.2015, Köyceğiz, Yaylaköy 10 km S, 37°00'49"N, 28°43'40"E, 571 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel. **Uşak:** 2♂♂, 6♀♀, 16.X.2013, Ulubey-Karahallı road, Banaz Creek, 38°21'59"N, 29°19'38"E, 551 m, sifter, leg. Özgen & Örgel (as *M. abantensis* in Örgel and Anlaş, 2016).

**Distribution in Turkey:** Aydın, Bursa, Eskişehir, İzmir, Kırklareli, Manisa, Muğla, (Anlaş, 2015; Anlaş and Çevik, 2008; Asing, 2004 a, 2007 b, 2013 a) (Figure 8). It is reported from the Balıkesir, Denizli and Uşak Provinces for the first time.

**Distribution in the world:** This species is distributed from western Anatolia and the Aegean Sea islands Rhodes, Samos, Ikaria, and Lesbos across the Balkans (Assing, 2004 a, 2006, 2013 a; Schülke and Smetana, 2015).

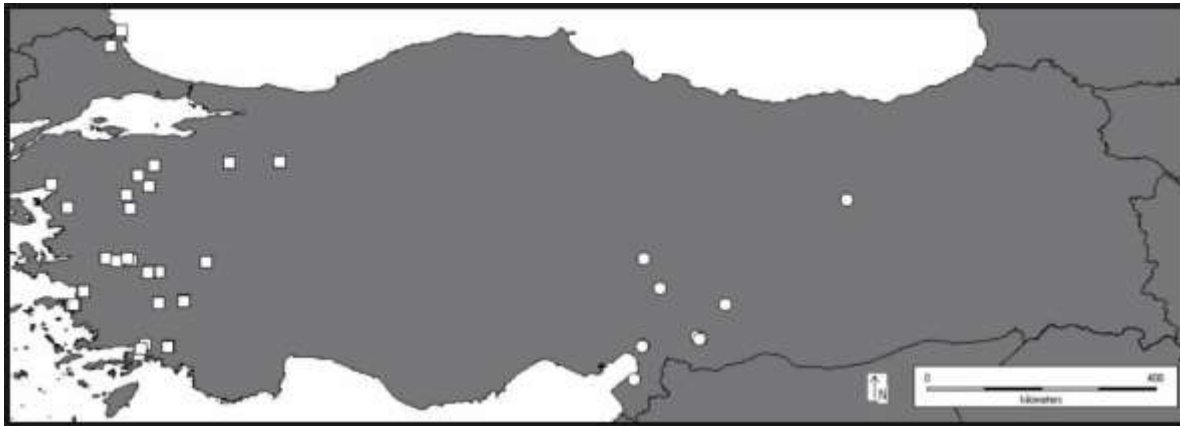


Figure 8. Distributions of *Medon lamellatus* Assing (circles) and *M. lydicus* Bordoni (squares) in Turkey.

Şekil 8. *Medon lamellatus* Assing (daireler) ve *M. lydicus* Bordoni (kareler) türlerinin Türkiye'deki yayılışları.

### *Medon lanugo* Assing, 2004

**Material examined:** **Antalya:** 2♂♂, 10.III.2016, Kemer, Göynük Valley, 36°41'00"N, 30°31'37"E, 104 m, sifter, leg. Kunt. **Denizli:** 1♂, 30.IV.2015, Çivril, Akdağ, 38°19'45"N, 29°59'18"E, 1631 m, under stone, leg. Yağmur & Örgel. **Elazığ:** 1♂, 1♀, 01.IV.2018, Yedigöze, sifter. **Kayseri:** 6♂♂, 3♀♀, 10.VI.2016, Yahyalı, Derebağ, 38°05'30"N, 35°16'43"E, 1508 m, sifter, leg. Yağmur, Örgel & Yaman. **Niğde:** 1♂, 02.VI.2016, Ulukışla, Horoz, 37°28'47"N, 34°47'55"E, 1049 m, sifter, leg. Örgel & Yaman; 1♂, 2♀♀, 12.IV.2018, Bor,

Halaç 8 km NE, Pozantı Mountains, 37°51'28"N, 34°48'01"E, 1960 m, under stone, leg. Anlaş & Örgel, Yaman. **Osmaniye:** 2♂♂, 15.VI.2014, Kuşçubeli Pass, sifter, leg. Örgel. **Yozgat:** 1♂, 15.X.2018, Aydıncık, Kuşsaray, 40°05'48"N, 35°11'11"E, 1266 m, sifter, leg. Örgel & Yaman; 1♂, 3♀♀, 28.VI.2016, Aydıncık, Kuşsaray, 40°05'07"N, 35°11'24"E, 1317 m, sifter, leg. Örgel & Yaman.

**Distribution in Turkey:** Adana, Amasya, Antalya, Hatay, Isparta, Konya, Mersin, Muğla, Niğde, Osmaniye, Samsun, Tunceli (Anlaş, 2009, 2015;



Assing, 2004 a; b, 2006, 2007c, 2009, 2013 a; b) (Figure 9). This species is recorded for the first time from Aegean Region (Denizli). It is also reported from the Elazığ, Kayseri and Yozgat Provinces for the first time.

**Distribution in the world:** This species is endemic to Turkey (Assing, 2004 a; b, 2006, 2009, 2013 a; b; Anlaş, 2015; Schülke and Smetana, 2015).

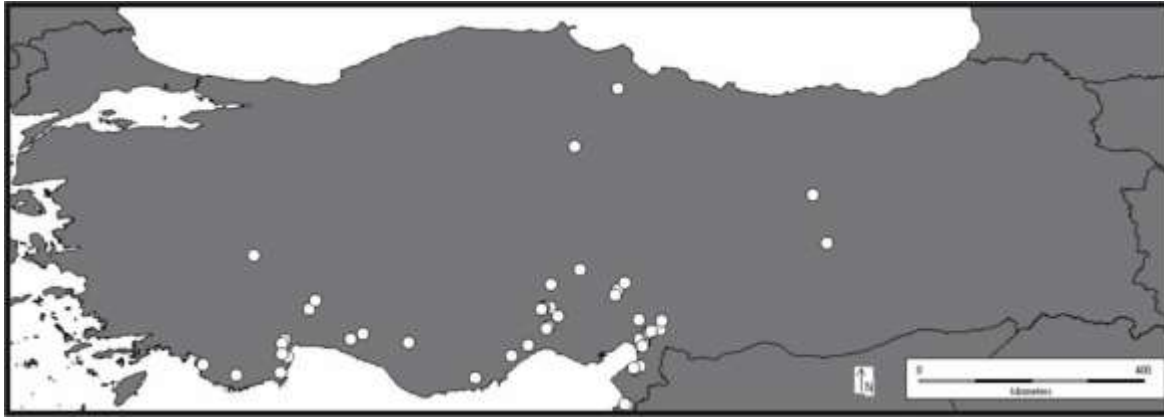


Figure 9. Distribution of *Medon lanugo* Assing in Turkey.

Şekil 9. *Medon lanugo* Assing türünün Türkiye'deki yayılışı.

#### *Medon subfuscus* Fagel, 1969

**Material examined: Kayseri:** 1♂, 10.VI.2016, Yahyalı, Kapuzbaşı Waterfall, 37°46'31"N, 35°23'35"E, 750 m, sifter, leg Yağmur, Örgel & Yaman. **Mersin:** 3♂♂, 8♀♀, 18.VII.2010, Central province 20 km N, Aladağ 1,5 km W, 36°56'21"N, 34°29'09"E, 640 m, sifter, leg. Anlaş (as *M. abantensis* in Anlaş, 2015); 1♂, 2♀♀, 22.VII.2010, Çamlıyayla, Korucak 1 km E, 37°08'56"N, 34°42'51"E,

715 m, sifter, leg. Anlaş (as *M. abantensis* in Anlaş, 2015). **Muğla:** 1♂, 21.V.2015, Dalaman, 36°53'37"N, 28°53'37"E, 127 m, sifter, leg. Yağmur & Örgel.

**Distribution in Turkey:** Adana, Antalya, Mersin (Anlaş, 2009, 2015; Assing, 2004 a). This species is recorded for the first time from Aegean Region (Muğla). It is also reported from the Kayseri Province for the first time.

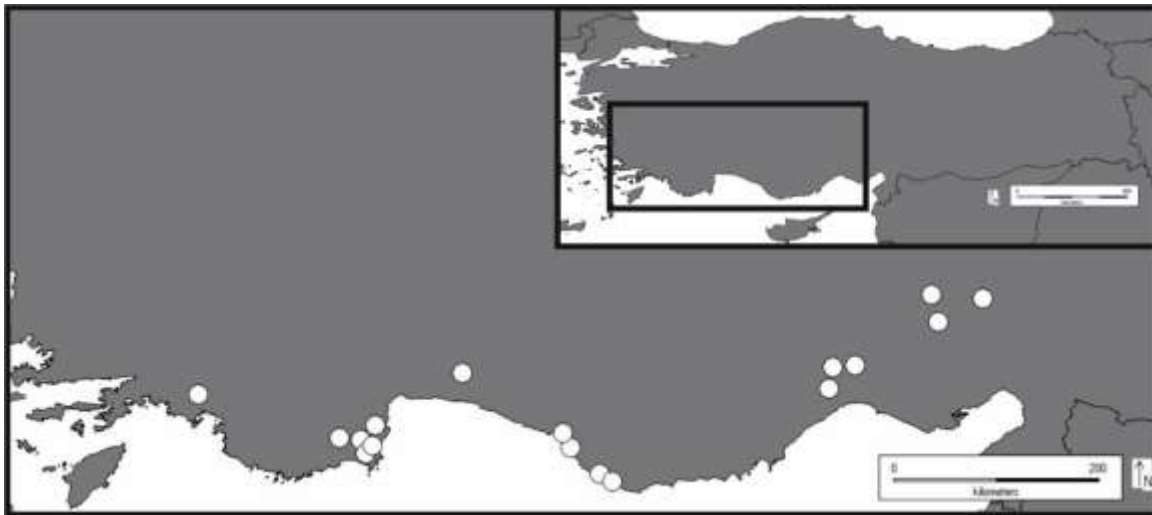


Figure 10. Distribution of *Medon subfuscus* Fagel in Turkey.

Şekil 10. *Medon subfuscus* Fagel türünün Türkiye'deki yayılışı.

**Distribution in the world:** The known distribution of *M. subfuscus* is confined to Turkey and Aegean Sea island Kos (Assing, 2004 a, 2009).

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study is partly prepared from a Doctorate Thesis approved by the Institute of Natural Sciences of Ege

University on October 2019. This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey, TÜBİTAK (Project no: 112T907 and 215Z080). We are grateful to Dr. Ersen Aydın Yağmur (Manisa), Serkan Yaman (Manisa) and Doruk Köksal (Aydın) for their help in our field trips, In addition to, Kadir Boğaç Kunt (Bursa) and Mehmet Emin Bulut (Balıkesir) for their gift to staphylinid specimens collected during



their field trips.

### Author Contributions

All authors contributed substantially to the manuscript and have met the criteria for authorship.

### Competing Interests

The authors declare that there are any competing interests.

### REFERENCES

- Anlaş S 2009. Distributional Checklist of the Staphylinidae (Coleoptera) of Turkey, with New and Additional Records. *Linzer Biologische Beiträge* 41: 215-342.
- Anlaş S 2015. A New Species and Additional Records of the Genus *Medon* Stephens, 1833 (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae) from Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 39: 620-624.
- Anlaş S, Çevik I E 2008. Faunistic studies on the species of Paederinae (Coleoptera: Staphylinidae) in Manisa, Turkey. *Munis Entomology & Zoology* 3 (2): 665-674.
- Anlaş S, Rose A 2009. New Records of Paederinae (Coleoptera: Staphylinidae) from Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica* 61(2): 209-213.
- Assing V 2004a. A Revision of the *Medon* Species of the Eastern Mediterranean and Adjacent Regions (Insecta: Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae). *Bonner Zoologische Beiträge* 52: 33-82.
- Assing V 2004b. A Revision of Western Palaearctic *Medon* Stephens (Coleoptera: Staphylinidae, Paederinae), Supplement I. *Linzer Biologische Beiträge* 36 (2): 655-662.
- Assing V 2006. A Revision of Western Palaearctic *Medon*: the Species of the Atlantic Islands, the Western Mediterranean, and Europe, Except for the Southeast (Insecta: Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae). *Bonner Zoologische Beiträge* 54(2005): 25-95.
- Assing V 2007a. New Species and Additional Records of Staphylinidae from Turkey V (Coleoptera). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie)* 700: 1-64.
- Assing V 2007b. A Revision of Western Palaearctic *Medon*. V. A New Species from Iran and Additional Records (Coleoptera: Staphylinidae, Paederinae). *Linzer Biologische Beiträge* 39(1): 23-32.
- Assing V 2007c. A revision of Western Palaearctic *Medon*. VI. A new species from Turkey and additional records (Coleoptera: Staphylinidae, Paederinae). *Linzer Biologische Beiträge* 39 (2): 791-797.
- Assing V 2009. A Revision of Western Palaearctic *Medon*. VII. A New Species from Southern Turkey and Additional Records (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae). *Linzer Biologische Beiträge* 41: 1253-1268.
- Assing V 2010. A Revision of Palaearctic *Medon*. VIII. A New Species from Nepal and Additional Records (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae). *Linzer Biologische Beiträge* 42 (1): 489-498.
- Assing V 2013a. A Revision of Palaearctic *Medon* IX. New Species, New Synonymies, a New Combination, and Additional Records (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae). *Entomologische Blätter und Coleoptera* 109: 233-270.
- Assing V 2013b. On the Staphylinidae (Coleoptera) of Turkey IX. Five New Species, a New Synonymy, and Additional Records. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde A Neue Serie* 6: 103-125.
- Assing V 2014a. Three New Species and a New Species Group of *Medon* from China and Taiwan (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae). *Linzer Biologische Beiträge* 45 (1): 515-523.
- Assing V 2014b. On the Staphylinidae of Turkey X. Two New Species and Additional Records (Insecta: Coleoptera). *Linzer Biologische Beiträge* 46(2): 1133-1146.
- Assing V 2016. On the Staphylinidae of the Greek Island Karpathos (Insecta: Coleoptera). *Linzer Biologische Beiträge* 48 (1): 235-263.
- Assing V 2018. A Revision of *Medon*. XI. Five New Species, Additional Records, and the First Confirmed Records from the Oriental Region (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae). *Contributions to Entomology* 68 (1): 69-81.
- Özgen I, Anlaş S, Eren S, 2010. Contribution to the Knowledge of Staphylinidae (Coleoptera) Fauna of Cotton and Pistachio Fields in Southeastern Anatolia. *Journal of Anatolian Natural Sciences* 1(1): 20-26.
- Schülke M, Smetana A 2015. Staphylinidae, pp. 304-1134. In: I. Löbl, Löbl D. Löbl (Eds.). *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 2. Hydrophiloidea – Staphyloidea*. Revised and Updated Edition. Leiden: Brill: xxvi, 1702 p.
- Shibata Y, Fujimoto H 2017. A New Intertidal Species of the Genus *Medon* (Coleoptera, Staphylinidae, Paederinae) from Kagawa, Japan. *Elytra New Series* 7 (1): 55-60.
- Tezcan S, Anlaş S 2009. Notes on the light trap collected rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) of the integrated cherry orchards of western Turkey. *Turkish Journal of Entomology* 33: 3-11.



## *Synnemasporellaceae*: A New Family Record for Turkish Ascomycota

Makbule ERDOĞDU<sup>1</sup>, Gökhan DOĞAN<sup>2</sup>, Ilgaz AKATA<sup>3</sup>, Zekiye SULUDERE<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architects, Kırşehir, <sup>2</sup>Ahi Evran University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kırşehir, <sup>3</sup>Ankara University, Faculty of Science, Department of Biology, Ankara, <sup>4</sup>Gazi University, Faculty of Science, Department of Biology, Teknikokullar, Ankara, TURKEY

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8255-2041>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-9766-3534>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-1731-1302>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-1207-5814>

✉: merdogdu@ahievran.edu.tr

### ABSTRACT

The current study was carried out based on fungi specimens collected from *Rhus coriaria* in Bolu province in July 2018. As a result of field and laboratory studies, *Synnemasporella aculeans* (Schwein.) X.L. Fan & J.D.P. Bezerra (*Synnemasporellaceae*) was reported for the first time from Turkey at species, genus and family level and *Rhus coriaria* was represented as a new host species for *S. aculeans*. Description of this species was provided together with its photographs and scanning electron microscope (SEM) images related to macro and micromorphologies and discussed briefly.

### Research Article

#### Article History

Geliş Tarihi : 19.07.2020

Kabul Tarihi : 01.09.2020

#### Keywords

Ascomycota

*Synnemasporella aculeans*

New record

New host

SEM

## *Synnemasporellaceae*: Türkiye Askomisetleri İçin Yeni Bir Familya Kaydı

### ÖZET

Bu çalışma, Temmuz 2018' de Bolu ilinde *Rhus coriaria* üzerinden toplanan mantar örneklerine dayanarak gerçekleştirilmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda, *Synnemasporella aculeans* (Schwein.) X.L. Fan & J.D.P. Bezerra (*Synnemasporellaceae*) tür, cins ve familya seviyesinde Türkiye'den ilk kez rapor edilmiştir ve *Rhus coriaria*, *S. aculeans* için yeni bir konakçı kayıdır. Bu türün betimlemesi, makro ve mikromorfolojilerine ait fotoğraflar ve tarama elektron mikroskopu (SEM) görüntüleri ile birlikte sağlanmış ve kısaca tartışılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Received : 19.07.2020

Accepted : 01.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

Ascomycota

*Synnemasporella aculeans*

Yeni kayıt

Yeni konukçu

SEM

**To Cite** : Erdoğan M, Doğan G, Akata I, Suludere Z 2021. *Synnemasporellaceae*: A New Family Record for Turkish Ascomycota. KSU J. Agric Nat 24 (2): 425-429. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.770648>.

### INTRODUCTION

*Diaporthales* is an order of the class *Sordariomycetes* within the division *Ascomycota* and it contains over 1250 species belonging to 186 genera and 29 families (Wijayawardene et al., 2020). Members of the order, also known as diaporthalean fungi, are saprobes, endophytes or pathogens of many plants and characterized by dark perithecia immersed in a stroma or the substrata, absence of true paraphyses at maturity, and unitunicate asci that float free within the centrum at maturity and having a characteristic refractive ring in the ascus apex (Barr, 1978; Samuels and Blackwell, 2001). Asexual morphs of the order are usually coelomycetous, producing phialidic, often annellidic conidiogenesis, and generally non- or 1-septate conidia in pycnidia or acervuli with or without stromata (Rossman et al., 2007).

*Synnemasporellaceae*, a small family in the order

*Diaporthales*, was established in 2018 based on both morphological and the analysis of partial ITS, LSU, rpb2 and tef1- $\alpha$  gene sequences. It is represented by the single genus *Synnemasporella* and two currently exist species (*S. aculeans* (Schwein.) X.L. Fan & J.D.P. Bezerra and *S. toxicodendri* X.L. Fan & J.D.P. Bezerra). The presence of long-necked perithecia, clavate asci, fusoid-ellipsoid, 1-septate, hyaline ascospores, usually with a short, hyaline, bristle-like appendage at both ends, and synnematal and/or pycnidial conidiomata producing smooth, cylindrical to clavate, and pale brown conidia are characteristic features of members of the family (Fan et al., 2018).

*S. aculeans* was proposed as a new combination in the new genus *Synnemasporella* based on the description of *Cryptodiaporthe aculeans* (Schwein.) Wehm. (Fan et al., 2018), characterised by perithecial ascomata, and an asexual morph producing sporodochial and/or pycnidial conidiomata (Wehmeyer, 1933). The species

represents two kinds of conidiomata, namely pycnidia and synnemata (Wehmeyer, 1933).

According to literature on Turkish diaporthelean fungi (Akgül et al., 2014; 2015; Stoykov, 2016), there was not any report related to the family *Synnemasporellaceae* in Turkey. This study aims to introduce a new family for Turkish diaporthelean fungi.

## MATERIALS and METHODS

*Synnemasporella* specimens were collected from Bolu province of Turkey. Host plant were identified using the Flora of Turkey and East Aegean Islands (Davis 1967). Thin fungal sections prepared from host tissue were examined under a Leica DM E light microscope and measured from mounts in tap water. Infected host surfaces were photographed using a Leica EZ4D stereomicroscope. For scanning electron microscopy (SEM), infected branches were mounted on stubs with double-sided tapes. They were coated with gold in Polaron SC 502 Sputter Coater and examined with Jeol JSM 6060 SEM at 5–10 kV in the Faculty of Science, Gazi University, Ankara, Turkey. *S. aculeans* was identified using relevant literature (Wehmeyer, 1933; Fan et al., 2018). All examined specimens are deposited into the Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Kırşehir, Turkey.

## RESULTS

Description, host plant, habitat, locality, collection date, voucher number, distribution, microphotographs of the species were arranged below according to the systematics given in Index Fungorum (2020). All descriptions are based on the Turkish specimens.

### Fungi

*Ascomycota* Caval.-Sm.

*Sordariomycetes* O.E. Erikss. & Winka

*Diaporthales* Nannf.

*Synnemasporellaceae* X.L. Fan & J.D.P. Bezerra

*Synnemasporella* X.L. Fan & J.D.P. Bezerra

*Synnemasporella aculeans* (Schwein.) X.L. Fan & J.D.P. Bezerra

Sexual and asexual morph (synnemata) were found together on branches of *Rhus coriaria* L. Pycnidial conidiomata was not observed in the this specimen.

Sexual morph: Pseudostroma at first immersed in host tissue, later erumpent with large dense fascicles of elongate-cylindrical ostioles, 0.5–3 mm diam, covered by a whitish pulverulence. Stromatic areas are absent. Perithecia spherical or flattened, 100–350 µm diam., brown; necks elongate-cylindrical, 400–970 × 100–230, grayish to black. Asci 8-spored, unitunicate, clavate, 58–65 × 9–12 µm. Ascospores biseriate, fusiform-cylindrical, straight or slightly curved, attenuate at both ends, 1-septate, septum median, constricted at the septum, 14–20 × 4–5 µm, guttulate, hyaline, ends bearing a small, bristle-like, 1.5-2 µm long, hyaline

appendage (Figure 1).

Asexual morph: Conidiomata synnematal. Synnemata immersed in host tissue, later becoming erumpent, long, determinated, straight to curved, single or branched at the base, with convex and black conidiogenous cells zone, 770–1710 × 280–540 µm, grayish to black. Conidiophores straight to curved, aggregated, aseptate, 18–40 × 1.5–2 µm, hyaline. Conidiogenous cells cylindrical, straight to curved, aggregated, hyaline. Conidia ellipsoid, oblong to subcylindrical, one-celled, smooth, with a not distinct hilum, guttulate, 8–11 × 3–3.8 (–4.2) µm, pale brown (Figure 2).

**Material examined:** Turkey–Bolu, Bağışlar Village, on branches of *Rhus coriaria* L. (Anacardiaceae), 40°50'48"N, 31°45'12"E, 1012 m asl, 22.07.2018, in forest, GD 1499.

**Distribution:** On *Rhus chinensis* in China (Fan et al., 2018; Jiang et al., 2019), on *Rhus copallina* and *Rhus glabra* in Georgia (Hanlin, 1963), on *Rhus javanica* and *Rhus javanica* var. *roxburghii* in Japan (Kobayashi, 1970; Otani, 1995), on *Rhus copallina*, *Rhus diversiloba*, *Rhus glabra*, *Rhus typhina* and *Rhus vernix* in USA (Farr and Rossman, 2020).

## DISCUSSION

*S. aculeans* resembles *S. toxicodendri* in terms of morphology but the former species can easily be separated from the latter by having shorter synnemata, a convex conidiogenous cells zone at the apex of synnemata, and larger, oblong-cylindrical conidia (Fan et al., 2018).

The Turkish samples are compatible with other reports of *S. aculeans* in pseudostroma, asci, ascospores, synnemata and conidia morphology. The only observable differences being the larger dimensions of pseudostroma, asci, ascospores and synnemata. Wehmeyer (1933) described 0.3–1 mm diam. pseudostroma, 47–65 × 5–8 µm asci, 14–20 × 4–5 µm ascospores. Fan et al. (2018) described 1100–1500 × 200–400 µm synnemata and conidia with a distinct hilum. We have observed that the hilum in conidia is not distinct in the Turkish specimen.

With this study, *S. aculeans* was reported for the first time from Turkey at species, genus and family level. Additionally, *R. coriaria* was recorded as a new host species for *S. aculeans*.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Prof. Dr. Zeki AYTAÇ for his valuable effort on the identification of the host plants.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.



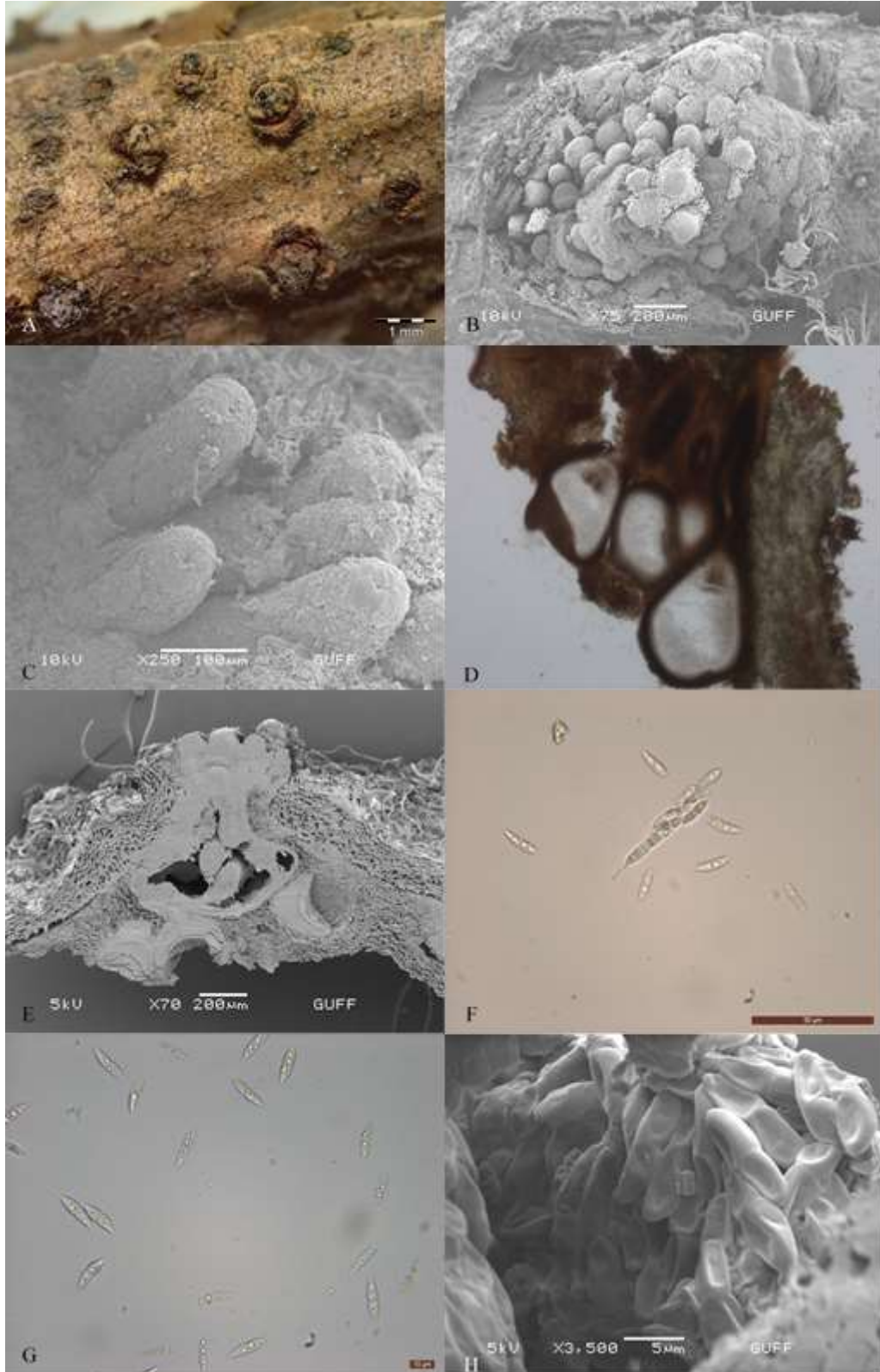


Figure 1. *Synnemaspora aculeans*: a. pseudostroma, b, c. pseudostroma (SEM), d. longitudinal section through pseudostroma, e. longitudinal section through pseudostroma (SEM), f. ascus and ascospores, g. ascospores, h. ascospores (SEM).

Şekil 1. *Synnemaspora aculeans*: a. pseudostroma, b, c. pseudostroma (SEM), d. pseudostromadan boyuna kesit, e. pseudostromadan boyuna kesit (SEM), f. askus ve askosporlar, (G) askosporlar, (H) askosporlar (SEM).



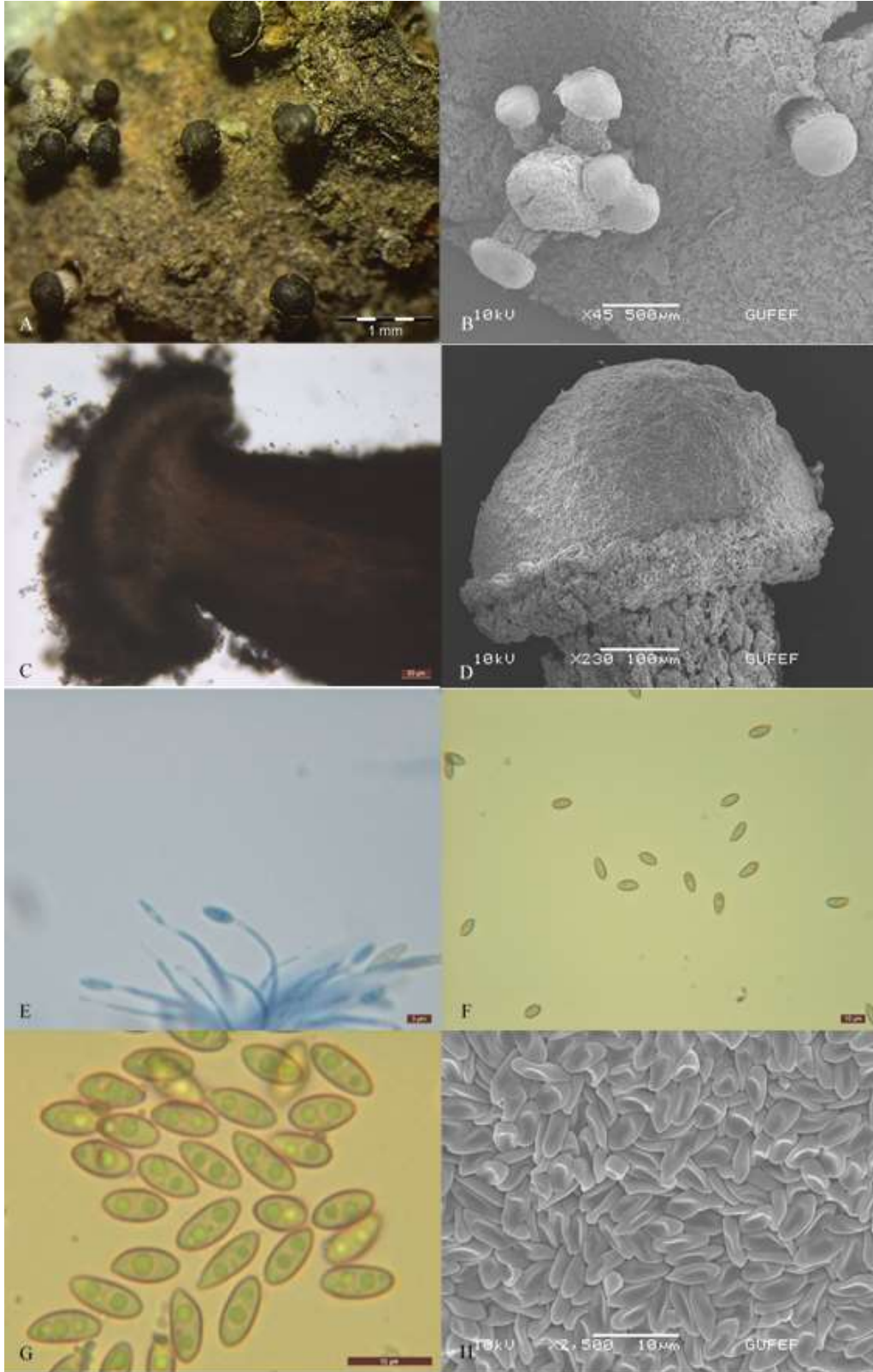


Figure 2. *Synnemasporella aculeans*: a. synnemata, b. synnemata (SEM), c. longitudinal section through synnema, d. convex conidiogenous cells zone (SEM), e. conidiophores and conidiogenous cells, f, g. conidia, h. conidia (SEM).

Şekil 2. *Synnemasporella aculeans*: a. sinnemalar, b. sinnemalar (SEM), c. sinnemadan boyuna kesit, d. konveks konidiojen hücre zonu (SEM), e. konidioforlar ve konidiojen hücreler f, g. konidiumlar, h. konidiumlar (SEM).

### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

### REFERENCES

- Akgül DS, Mayorquin JS, Eskalen A 2014. First Report of *Diaporthe neoviticola* Associated with Wood Cankers of Grapevine in Turkey. *Plant Disease* 98(5): 692-692.
- Akgul H, Ergul CC, Yilmazkaya D, Akata I, Selçuk F, Huseyin E 2015. Diversity of Microfungi on Fagaceae in Uludag Forests. *Oxidation Communications* 38(3): 1529-1538.
- Barr ME 1978. The Diaporthales in North America with Emphasis on *Gnomonia* and Its Segregates. *Mycologia Memoir* 7: 1-232.
- Davis PH (ed.) 1967. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Vol. 2. Edinburgh University Press, Edinburgh, 581 pp.
- Fan XL, Bezerra JD, Tian CM, Crous PW 2018. Families and Genera of Diaporthalean Fungi Associated with Canker and Dieback of Tree Hosts. *Persoonia* 40: 119-134.
- Farr DF, Rossman AY 2020. Fungal databases. U.S. National Fungus Collections, Website <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> [Accessed 30 June 2020].
- Hanlin RT 1963. A revision of the Ascomycetes of Georgia. Georgia Agricultural Experiment Stations, University of Georgia, College of Agriculture, 175: 1-65.
- Index Fungorum 2020. Website <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. [Accessed 30 June 2020].
- Jiang N, Yang Q, Liang Y-M, Tian C 2019. Taxonomy of Two Synnematal Fungal Species from *Rhus chinensis*, with *Flavignomonium* gen. nov. Described. *Mycoskeys* 60: 17-29.
- Kobayashi T 1970. Taxonomic Studies of Japanese Diaporthaceae with Special Reference to Their Life-Histories. *Bulletin of the Government Forest Experiment Station*, 226: 1-242.
- Otani Y 1995. *Mycological Flora of Japan*. Tokyo: Yokendo Ltd., 3: 310.
- Rossman AY, Farr DF, Castlebury LA 2007. A Review of the Phylogeny and Biology of the Diaporthales. *Mycoscience* 48: 135-144.
- Samuels GJ, Blackwell M 2001. Pyrenomycetes — Fungi with Perithecia (The Mycota-Systematics and Evolution VII part A. Springer, Verlag: Eds. McLaughlin DL, McLaughlin EG, Lemke PA) 221-255.
- Stoykov DY 2016. New Records of *Ophiognomonium* (Gnomoniaceae, Diaporthales) from Bulgaria, Greece and Turkey. *Phytologia Balcanica* 22(3): 297-301.
- Wehmeyer LE 1933. The Genus *Diaporthe Nitschke* and Its Segregates. University of Michigan, USA, 349 pp.
- Wijayawardene NN, Hyde KD, Al-Ani LKT, Tedersoo L, Haelewaters D, Rajeshkumar KC, Zhao RL, Aptroot A, Leontyev DV, Saxena RK, Tokarev YS, Dai DQ, Letcher PM, Stephenson SL, Ertz D, Lumbsch HT, Kukwa M, Issi IV, Madrid H, Phillips AJL, Selbmann L, Pfliegler WP, Horváth E, Bensch K, Kirk PM, Kolaříková K, Raja HA, Radek R, Papp V, Dima B, Ma J, Malosso E, Takamatsu S, Rambold G, Gannibal PB, Triebel D, Gautam AK, Avasthi S, Suetrong S, Timdal E, Fryar SC, Delgado G, Réblová M, Doilom M, Dolatabadi S, Pawłowska JZ, Humber RA, Kodsueb R, Sánchez-Castro I, Goto BT, Silva DKA, de Souza FA, Oehl F, da Silva GA, Silva IR, Błaszowski J, Jobim K, Maia LC, Barbosa FR, Fiuza PO, Divakar PK, Shenoy BD, Castañeda-Ruiz RF, Somrithipol S, Lateef AA, Karunarathna SC, Tibpromma S, Mortimer PE, Wanasinghe DN, Phookamsak R, Xu J, Wang Y, Tian F, Alvarado P, Li DW, Kušan I, Matočec N, Mešić A, Tkalčec Z, Maharachchikumbura SSN, Papizadeh M, Heredia G, Wartchow F, Bakhshi M, Boehm E, Youssef N, Hustad VP, Lawrey JD, Santiago ALCMA, Bezerra JDP, Souza-Motta CM, Firmino AL, Tian Q, Houbraken J, Hongsanan S, Tanaka K, Dissanayake AJ, Monteiro JS, Grossart HP, Suija A, Weerakoon G, Etayo J, Tsurukau A, Vázquez V, Mungai P, Damm U, Li QR, Zhang H, Boonmee S, Lu YZ, Becerra AG, Kendrick B, Brearley FQ, Motiejūnaitė J, Sharma B, Khare R, Gaikwad S, Wijesundara DSA, Tang LZ, He MQ, Flakus A, Rodriguez-Flakus P, Zhurbenko MP, McKenzie EHC, Stadler M, Bhat DJ, Liu JK, Raza M, Jeewon R, Nassonova ES, Prieto M, Jayalal RGU, Erdoğdu M, Yurkov A, Schnittler M, Shchepin ON, Novozhilov YK, Silva-Filho AGS, Gentekaki E, Liu P, Cavender JC, Kang Y, Mohammad S, Zhang LF, Xu RF, Li YM, Dayarathne MC, Ekanayaka AH, Wen TC, Deng CY, Pereira OL, Navathe S, Hawksworth DL, Fan XL, Dissanayake LS, Kuhnert E, Grossart P, Thines M 2020. Outline of Fungi and Fungus-Like Taxa. *Mycosphere* 11(1): 1060-1456.

## Two New Records of Stigmaeid Mites (Acari: Stigmaidae) for the Turkish Fauna

Mustafa AKYOL

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa  
<https://orcid.org/0000-0002-3466-7618>  
✉: mustaf.akyol@cbu.edu.tr

### ABSTRACT

*Stigmaeus shabestariensis* Haddad Irani-Nejad, Lotfollahi and Akbari, 2010 and *Prostigmaeus khanjanii* Bagheri and Ghorbani, 2010 were determined in Afyonkarahisar and Manisa provinces and identified as new records for the Turkish fauna. Mites taken from soil and litter samples, beneath of *Populus alba*, *Vitex agnus-castus* and *Verbascum* sp. were extracted using Berlese funnels and mounted on slides in a modified Hoyer's medium. Then, the specimens were measured and illustrated using a drawing tube attached microscope. In this study, similarities and differences of two new records species for the Turkish fauna were discussed and compared the other type species in Iran.

### Research Article

#### Article History

Received : 26.07.2020  
Accepted : 07.09.2020

#### Keywords

*Raphignathoidea*  
*Stigmaeus*  
*Prostigmaeus*  
New records  
Turkey

## Türkiye Faunası İçin İki Yeni Stigmaeid Akar (Acari: Stigmaidae) Kaydı

### ÖZET

Afyonkarahisar ve Manisa illerinden tespit edilen *Stigmaeus shabestariensis* Haddad Irani-Nejad, Lotfollahi and Akbari, 2010 and *Prostigmaeus khanjanii* Bagheri and Ghorbani, 2010 türleri Türkiye faunası için yeni kayıt olarak tanımlanmıştır. *Populus alba*, *Vitex agnus-castus* and *Verbascum* sp. altı toprak ve döküntü örneğinden alınan akarlar, Berlese düzeneğiyle ayrıştırılarak modifiye Hoyer ortamında preparatı hazırlanmıştır. Daha sonra örneklerin çizim tüpü ataşmanlı mikroskop kullanılarak çizimleri ve ölçümleri yapılmıştır. Bu çalışmada, Türkiye faunası için iki yeni kayıt olarak tanımlanan türler, İran'daki diğer tip örnekleri ile karşılaştırılarak benzerlik ve farklılıkları tartışılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 26.07.2020  
Kabul Tarihi : 07.09.2020

#### Anahtar Kelimeler

*Raphignathoidea*  
*Stigmaeus*  
*Prostigmaeus*  
Yeni kayıtlar  
Türkiye

**To Cite :** Akyol M 2021. Two New Records of Stigmaeid Mites (Acari: Stigmaidae) for the Turkish Fauna. KSU J. Agric Nat 24 (2): 430-434. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.774206>.

### INTRODUCTION

The family Stigmaeidae is the largest, within the superfamily Raphignathoidea, and contains more than 630 species of 34 genera (Fan et al., 2016, 2019; Beron, 2020). Members of the the family are predators and known from about all zoogeographical regions (Fan and Zhang, 2005). *Stigmaeus* is the most diverse genus in the this family containing about 163 species (Fan et al., 2016; Khaustov et al., 2017; Akyol, 2019; Stathakis et al., 2019; Beron, 2020; Doğan and Doğan, 2020). By now, 47 species of the genus *Stigmaeus* are known from Turkey and this genus is dominantly diversified within the family Stigmaeidae (Akyol, 2019; Doğan, 2019a, b; Doğan and Doğan, 2020).

*Prostigmaeus* Kuznetsov is another genus within the family Stigmaeidae. Members of this genus are beneficial organisms of soil habitats and active in the soil. Worldwide, 6 species of this genus are known, namely *P. amplius* Doğan et al., 2020; *P. integrius* Dönel and Doğan, 2011; *P. khanjanii* Bagheri and

Ghorbani, 2010; *P. molaviae* Khanjani, Ashali and Doğan, 2012; *P. tauricus* Kuznetsov, 1984 and *P. vrystaatensis* Ueckermann and Meyer, 1987 (Kuznetsov, 1984; Ueckermann and Meyer, 1987; Bagheri et al., 2010; Dönel and Doğan, 2011; Khanjani et al., 2012, 2015; Doğan et al., 2020). Two species of *Prostigmaeus* are known from Turkey.

In this paper, two new records species for the Turkish fauna, *S. shabestariensis* Haddad Irani-Nejad, Lotfollahi and Akbari, and *P. khanjanii* Bagheri and Ghorbani were identified.

### MATERIALS and METHODS

The mite specimens were collected from soil and litter under *Populus alba* (Salicaceae), *Vitex agnus-castus* (Verbenaceae) and *Verbascum* sp. (Scrophulariaceae), in Afyonkarahisar and Manisa provinces (Turkey), and brought to the laboratory and separated by Berlese-Tullgren funnels for seven days.

The mites that accumulate in the collection bottles



with 70% alcohol in the bottom of the funnel were removed from the soil under a dissecting microscope (stereo microscope) and left to be bleached in petri dishes containing lactophenol (lactic acid 50 ml, phenol 25 ml, pure water 25 ml) and then put on slides in Hoyer's medium (50 ml of pure water, gum arabic 50g, chloral hydrate 125 g, glycerin 30 ml).

The specimens were measured and illustrated using a drawing tube attached microscope (Nikon Eclipse E 400). The setal nomenclature follows those of Grandjean (1944) and Kethley (1990). All measurements were given in micrometres ( $\mu\text{m}$ ). The specimens slide were deposited in the Zoological Research Laboratory of Manisa Celal Bayar University, Manisa, Turkey.

## RESULTS and DISCUSSION

### Results

Family: Stigmaeidae Oudemans, 1931

Genus: *Stigmaeus* Koch, 1836

*Stigmaeus shabestariensis* Haddad, Lotfollahi and Akbari, 2010

**Female** (n=2). Length of body (minimum and maximum measurements) (excluding gnathosoma) 390–395, width 198–213 (Figure 1).

**Gnathosoma.** Chelicerae 68–70 long (Fig. 1A) Palp 117–120 long. Number of setae and solenidion on palpi (femur-tarsus): 3 serrate setae, 1 tactile setae, 2 tactile setae + 1 claw +1 spine-like claw, 5 tactile setae +1 solenidion + 1 tridentate eupathidium (Fig.1G). Subcapitulum with adoral setae ( $or_{1-2}$ ) and subcapitular setae  $m$  18,  $n$  26 (Fig.1B).

**Idiosoma, dorsum** (Fig.1A). Dorsal shields reticulated. Propodosomal shield with three pairs of setae ( $vi$ ,  $ve$ ,  $sci$ ), and a pair of auxillary shields with setae  $sce$ , eyes and post-ocular bodies absent. Setae  $sce$  on minute platelets. Opisthosoma with an elongate central shield bearing two pairs of setae  $c1$  and  $d1$ , a pair of elongate-oval lateral (marginal) shield bearing setae  $d2$ , a pair of median zonal shields bearing setae  $e1$ , setae  $e2$  located on minute platelets, a pair of intercalary shield bearing setae  $f1$  and a pair of no-setae bearing small platelets. Suranal shield entire with three pairs of setae ( $h1-3$ ). Humeral shield ventero-lateral with setae  $c2$ . Lengths and distances of dorsal idiosomal setae as follows:  $vi$  16,  $ve$  18,  $sci$  18,  $sce$  21,  $c1$  13,  $c2$  18–21,  $d1$  13,  $d2$  13,  $e1$  13,  $e2$  13,  $f1$  16,  $h1$  21,  $h2$  26–29,  $h3$  18,  $vi-vi$  34–39,  $ve-ve$  47–52,  $vi-ve$  21–23,  $sci-sci$  75–78,  $ve-sci$  39–42,  $sce-sce$  130–135,  $sci-sce$  26–31,  $sce-c1$  68–78,  $c1-c1$  42–44,  $c1-c2$  83–91,  $c1-d1$  60–62,  $d1-d1$  42–44,  $d1-e1$  57,  $e1-e1$  39–44,  $e1-e2$  42–47,  $e2-e2$  112–130,  $e1-f1$  29–31,  $f1-f1$  60–62,  $f1-h1$  47–49,  $h1-h1$  23–26,  $h1-h2$  18–21,  $h2-h2$  62–65,  $h2-h3$  16–18,  $h3-h3$  94–96.

**Idiosoma, venter** (Fig. 1B). Venter striated; coxisternal

shields (coxae I–II and III–IV) smooth and with three pairs of setae ( $1a = 3a = 4a$  21–23). Aggenital area with 4 pairs of setae ( $ag1$  and  $ag2$  on same platelet and  $ag3$  and  $ag4$  on same platelet,  $ag1 = ag2 = ag3 = ag4$  18); anogenital area with 2 pairs of genital setae ( $g1 = g2$  13–16), and 3 pairs of pseudanal setae ( $ps1 = ps2 = ps3$  21–23).

**Legs** (Fig.1C–F). Length of legs (from base of femur to tip of tarsal claw): Leg I 198–213, leg II 138–140, leg III 130, leg IV 161. Coxae 2–2–2–2; trochanters 1–1–2–1; femora 4–4–3–2, genua 5+1 $\kappa$ –5–2–2; tibiae 5+1 $\phi$ +1 $\phi\phi$ –5+1 $\phi\phi$ –5+1 $\phi\phi$ –5+1 $\phi\phi$ ; tarsi 13+1 $\omega$ –9+1 $\omega$ –7+1 $\omega$ –7+1 $\omega$ .

Male and immature stages: Unknown.

Studied material and habitat: Two females from soil and litter under the *Populus alba*, 990 m a.s.l., Çobanlar, Afyonkarahisar, 09.VI. 2019, Turkey, coll. M. Akyol.

Distribution: Iran (Haddad et al., 2010).

Genus: *Prostigmaeus* Kuznetsov, 1984

*Prostigmaeus khanjanii* Bagheri and Ghorbani, 2010

Female (n = 2): Body length (minimum and maximum measurements) (excluding gnathosoma) 429–455, width 200–218 (Figure 2).

**Gnathosoma.** Subcapitulum with setae,  $m$  13–16 and  $n$  13–16, setae,  $or_{1-2}$  (Fig.2B). Palp tarsus with four setae + onesolenidion ( $\omega$ ), four subterminal eupathidia; palp tibia with three setae + one claw; palp genu with two setae and palp femur with three setae (Fig.2G).

**Idiosoma, dorsum** (Fig.2A). Prodorsal shield reticulated and with setae  $vi$ ,  $ve$  and  $sci$ ; setae  $sce$  on integument lateral prodorsal shield; opisthosoma with a narrow, longitudinal reticulated mesonotal shield with setae  $c1$  and  $d1$ ; setae  $c2$  on individual platelets lateroventrally; setae  $e1$  and  $f1$  on separate small, reticulate shields; setae  $d2$  and  $e2$  in striated integument lateral mesonotal shield;  $h1$ ,  $h2$  and  $h3$  on entire and reticulate suranal shield; dorsal body setae slightly serrated. Length and distances between dorsal setae:  $vi$  13–16,  $ve$  21,  $sci$  21,  $sce$  18,  $c1$  10–13,  $c2$  26,  $d1$  10–13,  $d2$  10–16,  $e1$  13,  $e2$  13,  $f1$  16,  $h1$  18–21,  $h2$  21–23 and  $h3$  18,  $vi-vi$  31,  $vi-ve$  21–26,  $ve-ve$  42,  $ve-sci$  47,  $sci-sci$  52,  $sci-sce$  34,  $sce-sce$  120,  $sce-c1$  86,  $c1-c1$  31–34,  $c1-c2$  99,  $c1-d1$  52–55,  $d1-d1$  34–39,  $d1-e1$  52–65,  $e1-e1$  39–52,  $e1-f1$  39,  $f1-f1$  49–52,  $f1-h1$  42–49,  $h1-h1$  23–29,  $h1-h2$  13–16,  $h2-h2$  52–62,  $h2-h3$  13,  $h3-h3$  62.

**Idiosoma, venter** (Fig.1B). Endopodal shields (coxae I–II, coxae III–IV) with three pairs of setae  $1a$  13–16,  $3a$  23–26 and  $4a$  18–21; venter with three pairs of genital ( $g1 = g2 = g3$  13) and four pairs of aggenital setae ( $ag1 = ag2 = ag3 = ag4$  16); setae  $ag1$  on platelets,  $ag2-4$  on longitudinal plates lateral genital area; anal plates with three pairs of pseudanal setae ( $ps1 = ps2 = ps3$  16–18) **Legs** (Fig.2C–F). Length of legs (femur-tarsal claw):



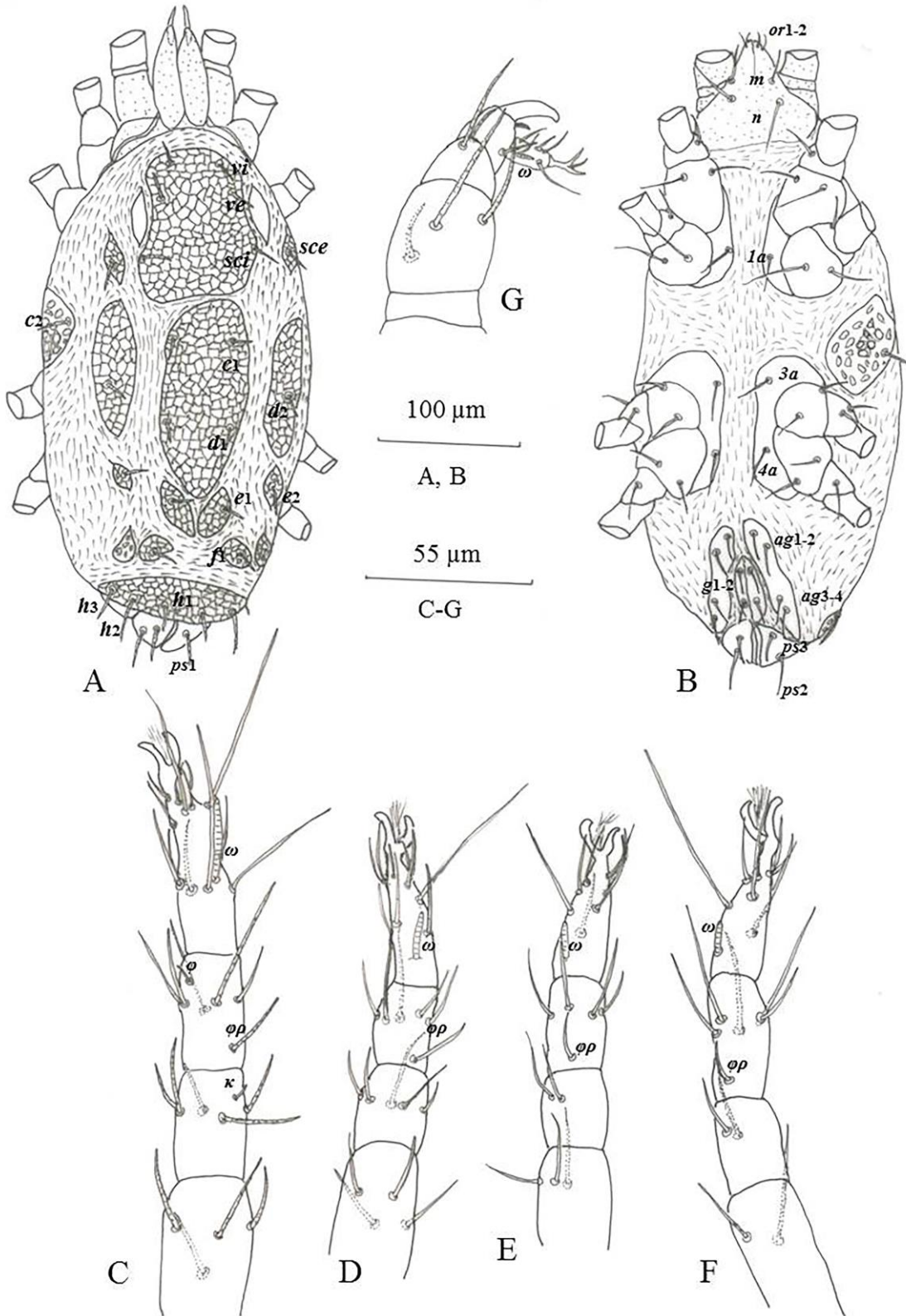


Figure 1. *Stigmaeus shabestariensis* (female): A. Idiosoma, dorsal view, B. Idiosoma, ventral view, C. Leg I, D. Leg II, E. Leg III, F. Leg IV, G. Palp.

Şekil 1. *Stigmaeus shabestariensis* (Dişi): A. Vücut, üstten görünüm, B. Vücut, alttan görünüm, C. I. bacak, D. II. bacak, E. III. bacak, F. IV. bacak, G. Palp.

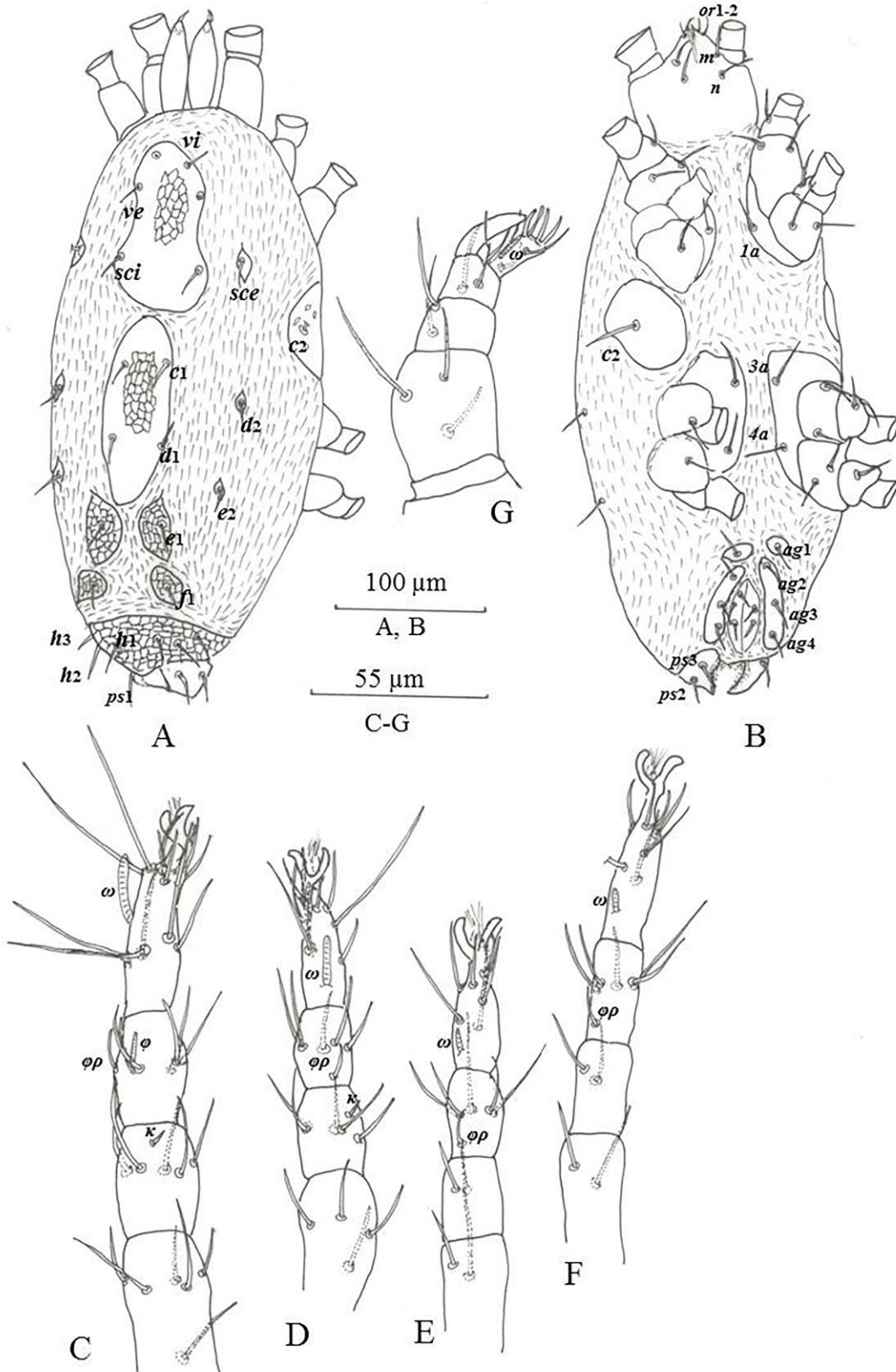


Figure 2. *Prostigmaeus khanjanii* (female): A. Idiosoma, dorsal view, B. Idiosoma, ventral view, C. Leg I, D. Leg II, E. Leg III, F. Leg IV, G. Palp.

Şekil 2. *Prostigmaeus khanjanii* (Dişi). A. Vücut, üstten görünüm, B. Vücut, alttan görünüm, C. I. bacak, D. II. bacak, E. III. bacak, F. IV. bacak, G. Palp.

Leg I 156–169; leg II 130; leg III 117–125; leg V 143–156. Coxae 2–2–2–2; trochanters 1–1–2–1; femora 6–4–3–2, genua  $5+(1\kappa)-5+(1\kappa)-2-2$ ; tibiae  $5+(1\varphi\rho+1\varphi)-5+(1\varphi\rho)-5+(1\varphi\rho)-5+(1\varphi\rho)$ ; tarsi  $13+(1\omega)-9+(1\omega)-7+(1\omega)-7+(1\omega)$ .

#### Male: Known

Studied material and habitat: One female from soil and litter under *Verbascum* sp., 1600 m.a.s.l., Emirdağları mountain, B. Karabağ, Bolvadin, Afyonkarahisar, 4.IX. 2017; one female from soil and litter under *Vitex agnus-castus*, 80 m.a.s.l., Muradiye, Yunussemre, Manisa, Turkey, 21.XI. 2019, coll. M. Akyol.

Distribution: Iran (Bagheri et al. 2010).

## DISCUSSION

*Stigmaeus shabestariensis* Haddad Irani-Nejad, Lotfollahi and Akbari, 2010 was described by Haddad Irani-Nejad et al., from soil of an apple orchard at Shabestar (Shendabad), East Azarbaijan, Iran (Haddad Irani-Nejad et al., 2010). The samples in this study were found from soil and litter under *Populus alba* from Afyonkarahisar province in Turkey. This species was differed from similar species of *Stigmaeus* with extra isolated shields.

Body size of *S. shabestariensis* is 361 (354–373) and width 165 (165–185), but 390–395 long and 198–213 wide in the Turkish specimens. Turkish specimens are therefore bigger than the type specimen. Turkish specimens like that given by Akbari et al., 2010, but some measurements length of body setae ( $m$  18,  $n$  26;  $1a=3a=4a$  21–23;  $g1=g2$  13–16 in Turkish specimens) different than Iran specimens ( $m$  25,  $n$  38–41;  $1a$  24–27,  $3a$  24–27,  $4a$  24–29;  $g1$  19–23,  $g2$  20–25 in Iran specimens).

*Prostigmaeus khanjanii* Bagheri and Ghorbani, 2010 was described by Bagheri et al., from soil in East Azarbaijan province, Iran (Bagheri et al., 2010). The samples in this study were found from soil and litter under *Verbascum* sp., and *Vitex agnus-castus* from Afyonkarahisar and Manisa provinces in Turkey. This species is differ from similar species of *Prostigmaeus* in with 6 setae on genu I and II, and suranal shield entire and reticulated.

Body size of *P. khanjanii* is 437 (421–440) and width 225 (220–227), 429–455 long and 200–218 wide in the Turkish specimens. Body size of Turkish specimens are almost similar with the type specimen. Turkish specimens like that given by Bagheri et al., 2010, but some measurements length of body setae ( $c_1$  10–13,  $c_2$  26,  $d_1$  10–13,  $e_1$  13,  $e_2$  13,  $f_1$  16,  $h_1$  18–21,  $h_2$  21–23 and  $h_3$  18 in Turkish specimens) different than Iran specimens ( $c_1$  16–19,  $c_2$  31–35,  $d_1$  15–17,  $e_1$  15–17,  $e_2$  15–17,  $f_1$  20,  $h_1$  25–26,  $h_2$  25–27 and  $h_3$  22–23 in Iran specimens).

## Competing Interests

The author declare that there are not any competing interests.

## REFERENCES

- Akyol M 2019. A new species of the genus *Stigmaeus* Koch (Acari: Stigmaeidae) from the Aegean region of Turkey. Systematic & Applied Acarology 24 (4): 581-586. doi: 10.11158/saa.24.4.5
- Bagheri M, Ghorbani H, NavaeiBonab R, Saber M, Mehrvar A, Ueckermann EA 2010. *Prostigmaeus khanjanii* (Acari: Stigmaeidae), a new species from Northwest Iran. Systematic & Applied Acarology 15: 123-128. doi: 10.11158/saa.15.2.6
- Beron P 2020. Acarorum Catalogus VII. Trombidiformes, Prostigmata, Raphignathoidea. Fam. Barbutiidae, Caligonellidae, Camerobiidae, Cryptognathidae, Dasythyreidae, Dytiscacaridae, Eupalopsellidae, Homocaligidae, Mecognathidae, Raphignathidae, Stigmaeidae, Xenocaligonellidae. Pensoft & Natn. Mus. Nat. Hist., Sofia, 306 pp.
- Doğan S 2019a. A new species of the genus *Stigmaeus* Koch (Acari: Stigmaeidae) from Turkey. International Journal of Acarology 45 (3): 141-147. doi: 10.1080/01647954.2018.1549097
- Doğan S 2019b. Raphignathoidea (Acari: Trombidiformes) of Turkey: A review of progress on the systematics, with an updated checklist. Acarological Studies 45 (3): 141-147.
- Doğan S, Doğan S 2020. Pülümür Vadisi'nden (Türkiye) yeni bir *Stigmaeus* Koch (Acari, Stigmaeidae) Türü. Acarological Studies 2 (1): 41-45.
- Doğan S, Doğan S, Türk Bingöl M 2020. A new species of the genus *Prostigmaeus* Kuznetzov (Trombidiformes: Stigmaeidae) from Turkey. Systematic & Applied Acarology 25(6): 1075-1084. doi:10.11158/saa.25.6.10
- Dönel G, Doğan S 2011. The stigmaeid mites (Acari: Stigmaeidae) of Kelkit Valley (Turkey). Zootaxa 2942: 1-56. doi:10.11646/zootaxa.2942.1.1
- Fan Q-H, Zhang Z-Q 2005. Raphignathoidea (Acari: Prostigmata). Fauna of New Zealand, Manaaki Whenua Press, Lincoln, Catenbury, New Zealand, 400 pp.
- Fan Q-H, Flechtmann CHW, De Moraes GJ 2016. Annotated catalogue of Stigmaeidae (Acari: Prostigmata), with a pictorial key to genera. Zootaxa 4176: 1-199. doi: 10.11646/zootaxa.4176.1.1.
- Fan Q-H, Flechtmann CHW, De Moraes GJ 2019. Emendations and updates to "Annotated catalogue of Stigmaeidae (Acari: Prostigmata), with a pictorial key to genera". Zootaxa 4647 (1): 88-103.

- doi: 10.11646/zootaxa.4647.1.9
- Grandjean F 1944. Observations sur les acariens de la famille des Stigmaeidae. Archives des Sciences Physiques et Naturelles 26: 103-131.
- Haddad Irani-Nejad K, Lotfollahi P, Akbari A, Bagheri M, Ueckermann EA 2010. A new species of stigmaeid mites from East Azarbaijan, Iran (Acari: Prostigmata: Stigmaeidae). Munis Entomology and Zoology 5(2): 369-373.
- Kethley J 1990. Acarina: Prostigmata (Actinedida). In: Dindal D.L. (Ed.) Soil Biology Guide. John Wiley and Sons, New York, USA, 667-756.
- Khanjani M, Asali Fayaz B, Doğan S 2012. A newspecies of the genus *Prostigmaeus* Kuznetzov (Acari: Stigmaeidae) from western Iran. North-Western Journal of Zoology 8(1): 27-30.
- Khanjani M, Amini F, Khanjani M 2015. A new species of the genus *Stigmaeus* Koch (Acari: Stigmaeidae) from Kurdistan province, Iran and description of male of *Prostigmaeus khanjanii* Bagheri and Ghorbani. Acarologia 55(1): 49-60. doi: 10.1051/acarologia/20152153
- Khaustov AA, Ueckermann EA, Theron PD 2017. A new species of *Stigmaeus* (Acari: Prostigmata: Stigmaeidae) from South Africa. Systematic & Applied Acarology 22: 1413-1421. doi:10.11158/saa.22.9.8
- Kuznetzov NN 1984. Two new genera of the family Stigmaeidae (Acariformes). Zoologicheskii Zhurnal 63(7): 1105-1107. [in Russian].
- Stathakis TI, Kapaxidi EV, Papadoulis G Th 2019. The genus *Stigmaeus* Koch (Acari: Stigmaeidae) from Greece. Systematic & Applied Acarology 24 (11): 2010-2093
- Ueckermann EA, Meyer (Smith) MKP 1987. Afrotropical Stigmaeidae (Acari: Prostigmata). Phytophylactica 19: 371-397.



## Myxomycetes Diversity of Batman Province and Hasankeyf District

Hayri BABA<sup>1</sup>, Betül ALTAŞ<sup>2</sup>, Mustafa SEVİNDİK<sup>3\*</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Biology, Faculty of Science and Art, Hatay Mustafa Kemal University, Hatay, <sup>3</sup>Department of Food Processing, Bahçe Vocational School, Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1837-4321>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9549-8152>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-7223-2220>

✉: [sevindik27@gmail.com](mailto:sevindik27@gmail.com)

### ABSTRACT

This study was conducted on samples collected from 13 different localities in the province of Batman and Hasankeyf district between 2017-2019. The samples were consisted of various leaves, bark, decayed plant material and animal waste. All of the samples collected were cultured in moisture chamber technique to develop myxomycetes sporophore. In addition, myxomycetes were collected from natural area on materials. As a result of field and moist chamber collection, 33 taxa obtained and identified belonging to 5 ordo, 7 families and 12 genera and added to mycetozoa of Turkey.

### Research Article

#### Article History

Received : 15.05.2020

Accepted : 18.07.2020

#### Keywords

Myxomycetes

Taxonomy

Diversity

Batman

Turkey

## Batman Şehir Merkezi ve Hasankeyf ilçesinin Myxomycetes Çeşitliliği

### ÖZET

Bu çalışma, 2017-2019 yılları arasında Batman ili ve Hasankeyf ilçesindeki 13 farklı yerleşim yerinden toplanan örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Örnekler; çeşitli yapraklar, ağaç kabuğu, çürümüş bitki materyali ve hayvan atıklarıdır. Toplanan tüm örnekler üzerinde miksomiset sporoforunu geliştirmek için nem odası tekniğine uygulanmıştır. Ayrıca, miksomisetler doğal alanlarında materyaller üzerinde toplanmıştır. Saha ve laboratuvar çalışmaları sonucunda 5 takım, 7 aile ve 12 cinse ait 33 takson elde edilmiş ve tanımlanmıştır ve Türkiye'nin mycetozoa'sına eklenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 15.05.2020

Kabul Tarihi : 18.07.2020

#### Anahtar Kelimeler

Miksomiset

Taksonomi

Çeşitlilik

Batman

Türkiye

**To Cite :** Baba H, Altaş B, Sevindik M 2021. Myxomycetes Diversity of Batman City Center and Hasankeyf district. KSU J. Agric Nat 24 (2): 435-441. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.737714>.

## INTRODUCTION

Myxogastria are expressed as plasmodial slime mold and simple eukaryotic creatures that reproduce by spores. They live mainly in wet and damp areas, on decaying vegetable or animal materials, on leaves and wood. In the vegetative stage, myxamoeba or myxoflagellates move. They do not have distinctive shapes and cell walls, are multi-core, one or more spore formations are observed (Everhart and Keller 2008).

The life cycle of myxomycetes is characterized by two different stages, vegetative and generative. In the vegetative phase, plasmodium occurs from the germinated spore, feeds, develops, sometimes with synchronized mitosis, it often turns into a large number of nuclei, spore and generative formation. In the generative phase, it turns into a structure similar to the sportive reproductive structures (fructification) of macrofungi. Identification of myxomycetes is based on the morphological features of these fructifications, which are completely fragile and small (usually less than 2 mm). There are many types of myxomycetes

that can survive in very different habitats by showing a very cosmopolitan spread, as well as some species that can survive in specific habitats (Stephenson 2003).

The number of Myxomycetes defined in the world is about 1045 (Lado, 2005-2021). Turkey is located between mild and subtropical climates and surrounded by sea on three sides. The extension of the mountains and the diversity of the landforms led to the emergence of different climate types. This situation also provide richness in terms of vegetation, fauna, mycota and myxobiota. Myxogastria reported number is 290 in Turkey (Baba and Sevindik, 2019; Baba et al. 2021). There are limited studies only in provinces with some regions (Ocak and Hasenekoğlu, 2003; Yağız and Afyon, 2005; Ergül et al., 2005a; Ergül et al., 2005b; Ergül et al., 2016; Demirel et al., 2006). In this study, myxomycetes of Batman city center and Hasankeyf district (Turkey) were determined. This study considered as first in the Southeast Anatolia Region and in Batman.

## MATERIAL and METHOD

### Research Area:

Batman is located in Southeast Anatolia Region of Turkey. The northern region and northeast of Batman are high with steep and mountainous, and the southern region is mountainous and rugged. Batman province is located in the north of the province of Muş, Diyarbakır is in the west, Bitlis and Siirt in the east and Mardin in the south of the city (Figure 1). It has an land size of 4.477 km<sup>2</sup>. Batman province is located between 41°10'-41°40' East longitudes and 38°40'-37°50' North latitudes. It has an altitude of 550 meters. Hasankeyf district belongs to Batman province. Its geographic location is 37°41'49" North and 41°29'58" East coordinates. Its land size is about 529 km<sup>2</sup>. The Dicle River, which gives life to the region, also affects the climate of the region. The river ensures that the winter are mild (Alaeddinoglu 2010).

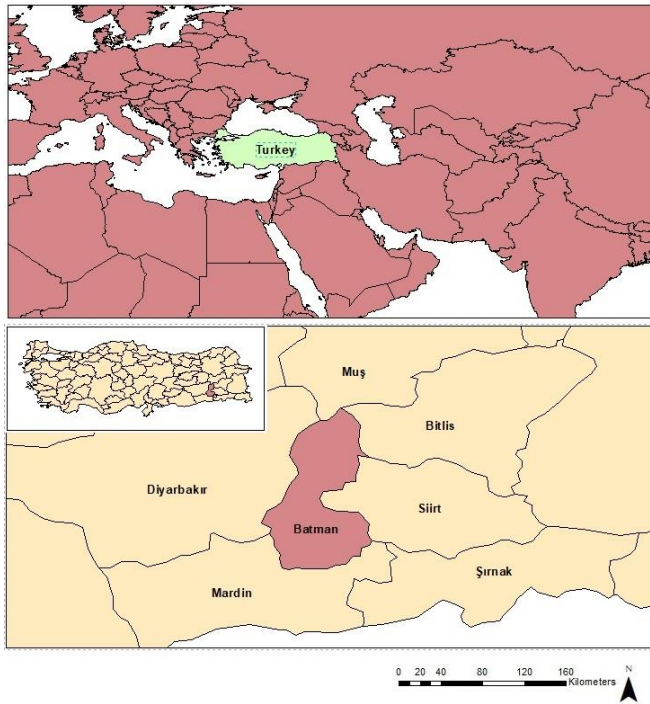


Figure1. Research Area  
Şekil 1. Araştırma Sahası

Terrestrial climate is generally dominant in Batman province and Hasankeyf district. The winter season in Batman is cool and rainy and the summer season is hot and dry. Rainfall is high in the form of snow and lowlands in the form of rain. The highest temperatures are experienced in the June-September period and the lowest temperatures in the December-March period. The average annual temperature of Batman is 25 °C, the highest average temperature is 43 °C, the lowest average temperature is between 6 °C. The average annual total precipitation is seen to be 487.5 mm for Batman. Provincial lands are covered with steppes and

do not show richness in terms of vegetation. In high parts, there are forests mixed with oak (*Quercus robur* L.), juniper (*Juniperus communis* L.), plane-tree (*Platanus orientalis* L.) and wild peanut (*Peanuts feram* C.M. Schultz). At lower levels, steppe plants and river-sized, poplar (*Populus* sp.), and willow trees (*Salix* sp.) form natural vegetation (Alaeddinoglu 2010).

### Collection and Identification of Samples:

By field trips samples were collected from the different regions of Batman city center and Hasankeyf district, to cover the four seasons of the year during 2017-2019. In field studies, myxomycetes samples were collected with substrate. Tree shells, pieces, leaves, branches, cones, fruit residues such as leaves, branches, cones, fruit residues that do not contain sporophore but are considered to contain myxomycet spores were placed in locked storage bags. The Moist Chamber Culture Technique developed by Gilbert and Martin (1933) was used isolation and identification of the species. Field samples collected in the sporophore stage or obtained from the moist chamber technique were dried in room temperature by laying a two layer of blotter paper in petri dishes and turned into fungarium material (Baba and Tamer, 2007). Identification of myxomycetes were made using Martin and Alexopoulos (1969), Farr (1976), Thind (1977), Farr (1981), Martin et al (1983), Neubert et al (1993, 1995, 2000), Stephenson and Stempen (1994), Alexopoulos et al (1996), Alvarado and Stephenson (2017), Zümre et al. (2019); Baba and Sevindik (2019, 2020) .

## RESULT and DISCUSSION

As a result of the field studies conducted around Batman city center and Hasankeyf district in the 2017-2019, a total of 33 species were identified belonging 5 ordo, 7 families and 12 genus. The taxa detected are listed below. In addition, the locality, altitude, substrate, collector number, frequency (F) of species (FC: Field Collection, MC: Moist Chamber technique) density data (D) and were determined respectively. If the ratio of the number of individuals of the species to the total number of individuals was less than 0.5%, it was expressed as rare (R), between 0.5-1.5% uncommon (O), between common 1.5-3% (C) and greater than plenty 3% (A) (Stephenson et al.,1993).

### List of species

Eukaryota  
Protozoa  
Amoebozoa  
Mycetozoa  
Myxogastria  
**Echinostellida**  
**Echinosteliaceae**

1- *Echinostelium minutum* de Bary

**Syn:** *Heimerlia hyalina* Höhn.

**Specimen examined:** Turkey: Batman Province, Zorköy, altitude 532 m, on wood, 01.11.2017, Altaş 265, F/4, MC, D/C.

Liceida

Liceaceae

2- *Licea kleistobolus* G.W. Martin

**Syn:** *Kleistobolus pusillus* C. Lippert

*Orcadella pusilla* (C. Lippert) Hagelst.

**Specimen examined:** Turkey: Batman Province, Zorköy, altitude 528 m, on wood and bark of *Vitis vinifera* L., 23.10.2017, Altaş 267, F/2, MC, D/O.

3- *L. pescadorensis* Chao H. Chung & C.H.Liu.

**Specimen examined:** Turkey: Batman Province, Yeniköy, altitude 530 m, on bark of *V. vinifera* L., 02.06.2018, Altaş 39, F/1, MC, D/O.

4- *L. scyphoides* T.E. Brooks & H.W. Keller

**Syn:** *Licea tanzanica* Ukkola, Härk. & Gilert,

**Specimen examined:** Turkey: Batman Province, Zorköy, altitude 532 m, leaf litter, 23.10.2017, Altaş 268, F/1, MC, D/O.

Reticulariaceae

5- *Reticularia lycoperdon* Bull

**Syn:** *Enteridium lycoperdon* (Bull.) M.L. Farr

*Fuligo lycoperdon* (Bull.) Schumach.

**Specimen examined:** Turkey: Batman Province, Yeniköy, altitude 530 m, on *Salix* sp. trunk, 02.01.2017, Baba 264, F/1, FC, D/O.

Trichiida

Arcyriaceae

6- *Arcyria cinerea* (Bull.) Pers.

**Syn:** *Arcyria albida* Pers.

*Stemonitis cinerea* (Bull.) J.F. Gmel.

*Trichia cinerea* Bull.

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Hasankeyf, altitude 485 m, on wood, 14.05.2018, Altaş, 10, F/1, MC, D/O.

7- *Perichaena pedata* (Lister & G. Lister) Lister ex E. Jahn

**Syn:** *Perichaena variabilis* var. *pedata* Lister & G. Lister,

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Yeniköy, altitude 530 m, on leaf litter, 19.05.2018, Altaş, 260, F/1, FC, D/O.

8- *P. vermicularis* (Schwein) Rostaf

**Syn:** *Ophiotheca vermicularis* (Schwein.) Masee

*Physarum vermiculare* Schwein.

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Zorköy, altitude 532 m, on wood of *V. vinifera* L. 23.10.2017, Altaş, 263, Hasankeyf, altitude 485 m, on wood, 01.01.2017, Altaş, 250, F/2, MC, D/O.

Physarida

Didymiaceae

9- *Didymium annulisporum* H.W. Keller & Schokn

**Specimen examined:** Turkey: Batman Province, altitude 570 m, on leaf, 01.10.2017, Altaş 23, on bark, 02.06.2018, Altaş 13, Atatürk park, altitude 580 m, on leaf, 01.10.2017, Altaş, 26, High school, altitude 552 m, on leaf litter, 24.02.2018, Baba 87, Cemetery, altitude 575 m, on fallen twigs, 02.06.2018, Altaş 119, Hasankeyf, altitude 478 m, on twigs, 07.10.2017, Altaş 68, F/7, FC- MC, D/A.

10- *D. bahiense* Gottsb.

**Syn:** *Didymium bahiense* var. *microsporum* Hochg.,

**Specimen examined:** Turkey: Batman Province, Atatürk park, altitude 580 m, on leaf litter, 15.11.2017, Baba 24, F/1, MC, D/O.

11- *D. difforme* (Pers.) Gray

**Syn:** *Chondrioderma difforme* (Pers.) Rostaf.

*Diderma difforme* Pers.

*D. nitens* Klotzsch

*Physarum difforme* (Pers.) Link

**Specimen examined:** Turkey: Batman Province, altitude 590 m, on leaf litter, 01.10.2017, Altaş 15, Atatürk park, altitude 580 m, on leaf litter, 03.01.2018, Baba 25, High school, altitude 552 m, on leaf litter, 24.01.2018, Altaş, 233, Yeniköy, altitude 530 m, on rash wood, 19.05.2018, Altaş 230, School, altitude 530 m, on rash wood, 24.02.2018, Altaş 98, Hasankeyf town, altitude 480 m, on rash wood, leaf, bark and filter paper, 07.10.2017, Altaş 12, 19, 21, 30, Balpınar, altitude 536 m, on rash grape, 26.10.2017, Altaş, 32, Zorköy altitude 530 m, on rash wood and leaf, 01.11.2017, Altaş, 20, 31, Bıçakçı, altitude 569 m, on plastic petri dishes, 02.06.2018, Altaş, 34, F/46, FC-MC, D/A.

12- *D. dubium* Rostaf.

**Syn:** *Didymium wilczekii* Meyl.,

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Hasankeyf, altitude 476 m, on rash bark, 07.10.2017, Altaş, 22, Zorköy, altitude 530 m, on rash wood, 23.10.2017, Altaş, 266, Cemetery, altitude 575 m, on decaying twigs and leaf, 21.04.2018, Altaş 138, 142, F/4, MC, D/O.

13- *D. megalosporum* Berk. & M.A. Curtis

**Syn:** *Didymium fulvellum* Masee,

*Didymium discoideum* K.S. Thind & H.S. Sehgal,

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, altitude 582 m, on plastic petri dishes, 02.06.2018, Altaş, 50, Hasankeyf, altitude 476 m, on rash leaf, 01.01.2017, Altaş, 67, Hasankeyf town, altitude 478 m, on the bark and wood body, 07.10.2017, Altaş, 70, High school, altitude 552 m, on rash leaf, 12.03.2018, Altaş, 69, F/6, FC-MC, D/O.

14- *D. melanospermum* (Pers.) T. Macbr.

**Syn:** *Cionium farinaceum* Link

*Diderma melanospermum* (Pers.) Fr.



*Didymium farinaceum* Schrad.

*Physarum farinaceum* (Schrad.) Pers.

*P. melanospermum* Pers.

*Trichia farinacea* (Schrad.) Poir.

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Balpınar village, altitude 540 m, on litter grape remains, 26.10.2017, Altaş, 32, F/1, MC, D/O.

15- *D. squamulosum* (Alb. & Schwein.) Fr & Palmquist.

**Syn:** *Cionium squamulosum* (Alb. & Schwein.) Spreng.

*Diderma squamulosum* Alb. & Schwein.

*Didymium effusum* Link

*Physarum effusum* Link

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, altitude 577 m, on filter paper, 02.06.2018, Altaş, 51, High school, altitude 552 m, on rash and wood body, 06.02.2017, Altaş 33 K, Cemetery, altitude 575 m, on leaf and plastic petri dishes, 02.01.2018, Baba 139, Esentepe, altitude 650 m, on rash wood, 02.06.2018, Altaş 253, Hasankeyf, altitude 480 m, on rash thorn bush, School, altitude 490 m, on rash leaf, 17.05.2018, Altaş 64, School, altitude 490 m, on leaf litter, filter paper, and plastic petri dishes, 22.03.2018, Bıçakçı village, altitude 570 m, on leaf litter and wood, 02.06.2018, Altaş 270, 9, 97, 104, F/48, N- MC, D/A.

16- *D. trachysporum* G. Lister

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Hasankeyf district, altitude 482 m, on leaf litter, 07.10.2017, Altaş, 66, F/1, FC, D/O.

#### Physaraceae

17- *Badhamia dubia* Nann.-Bremek.

**Specimen examined:** Turkey: Batman Province, Cemetery, altitude 575 m, on pine cone, 02.01.2018, Altaş, 133, F/1, MC, D/O.

18- *B. foliicola* Lister

**Syn:** *Badhamia alpina* G. Lister

**Specimen examined:** Turkey: Batman Province, altitude 575 m, plastic petri dishes, 25.04.2018, Altaş, 5, Hasankeyf, altitude 485 m, on litter thorns, 01.01.2017, Altaş 74, F/4, FC-MC, D/C.

19- *B. panicea* (Fr) Rostaf.

**Syn:** *Physarum paniceum* Fr.

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, High school, altitude 552 m, on plant debris, 14.05.2018, Altaş, 84, Hasankeyf, altitude 485 m, on litter bark, 01.01.2017, Altaş 73, F/2, FC-MC, D/O.

20- *Fuligo septica* F.H. Wigg.

**Syn:** *Aethalium septicum* (L.) Fr.

*A. septicum* (L.) Fr. f. *septicum*

*A. septicum* (L.) Fr. var. *septicum*

*F. septica* (L.) F.H. Wigg. f. *septica*

*F. varians* Sommerf.

*Mucor septicus* L.

*Reticularia septica* (L.) With.

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Dilek village, altitude 625 m, on plastic petri dishes, 02.06.2018, Altaş, 192, F/1, MC, D/O.

21- *Physarum album* (Bull.) Chevall.

**Syn:** *Mucor albus* (Bull.) Sobol.

*Sphaerocarpus albus* Bull.

*Stemonitis alba* (Bull.) J.F. Gmel.

*Tilmadoche alba* (Bull.) T. Macbr.

*Trichia alba* (Bull.) Raeusch.

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Hasankeyf town, altitude 485 m, on rash wood, 14.05.2018, Baba, 77, F/1, MC, D/O. Baba, 77

22- *P. cinereum* (Batsch) Pers.

**Syn:** *Badhamia cinerea* (Batsch) J. Kickx

*Didymium cinereum* (Batsch) Fr.

*Lignydidium cinereum* (Batsch) Kuntze

*Lycoperdon cinereum* Batsch,

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Bıçakçı village, altitude 570 m, on litter thorns and fallen twigs, 02.06.2018, Altaş, 61, F/2, FC, D/O.

23- *P. leucophaeum* Fr. & Palmquist

**Syn:** *Physarum nutans* subsp. *leucophaeum* (Fr.) G. Lister

*P. nutans* var. *leucophaeum* (Fr.) Lister

*Tilmadoche leucophaea* (Fr.) Fr.

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, High school, altitude 552 m, on leaf litter, 17.05.2018, Altaş, 8, F/1, MC, D/O.

24- *P. leucopus* Link

**Syn:** *Didymium leucopus* (Link) Fr.

*D. squamulosum* var. *leucopus* (Link) Berl.

*Lignydidium leucopus* (Link) Kuntze

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Cemetery, altitude 575 m, on decaying bark, 21.04.2018, Altaş, 131; Yeniköy, altitude 530 m, on wood, 19.05.2018, Altaş, 261, F/4, MC, D/C.

25- *P. notabile* Macbr.

**Syn:** *Didymium connatum* Peck,

*Physarum connatum* (Peck) G. Lister

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Yeniköy, altitude 530 m, on bark, 02.06.2018, Altaş, 30; Hasankeyf, altitude 485 m, on wood, 07.10.2017, Altaş, 28, F/2, MC, D/O.

26- *P. robustum* (Lister) Nann-Bremek

**Syn:** *Physarum nutans* var. *robustum* Lister,

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, altitude 575 m, on leaf litter, 01.10.2017, Altaş, 17; Cemetery, altitude 575 m, on leaf litter, 02.01.2018, Altaş, 140; Hasankeyf, altitude 485 m, on wood, 14.05.2018, Altaş, 11; School, altitude 497 m, on leaf litter, 10.11.2017, Altaş, 7, F/4, MC, D/O.

27- *P. verum* Sommerf.

**Syn:** *Badhamia verna* (Sommerf.) Rostaf.

*Physarum styriacum* Gottsb.,



**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Yeniköy, altitude 530 m, on fallen twigs, 19.05.2018, Altaş, 215, F/1, MC, D/O.

28- *P. viride* (Bull.) Pers.

**Syn:** *Physarum nutans* var. *viride* (Bull.) Fr.

*P. nutans*  $\beta$  *viride* (Bull.) Fr.

*P. viride* (Bull.) Pers.

*P. viride* (Bull.) Pers. f. *viride*

*Sphaerocarpus viridis* Bull.

*Stemonitis viridis* (Bull.) J.F. Gmel.

*Tilmadoche mutabilis* Rostaf. var. *mutabilis*

*T. viridis* (Bull.) Sacc.

*T. viridis* (Bull.) Sacc. var. *viridis*

*Trichia viridis* (Bull.) Rausch.

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Bıçakçı village, altitude 567 m, on leaf litter, 02.06.2018, Altaş, 271, F/1, FC, D/O.

### Stemonitida

#### Stemonitidaceae

29- *Comatricha ellae* Harkn.

**Syn:** *Comatricha nannengae* Härk.,

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, High school, altitude 552 m, on wood, 06.02.2017, Altaş, 231, F/1, MC, D/O.

30- *C. laxa* Rostaf.

**Syn:** *Stemonitis laxa* (Rostaf.) Masee

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Atatürk park, altitude 580 m, on pine cone, 01.10.2017, Altaş 27, F/1, MC, D/O.

31- *C. nigra* (Pers. ex J.F.Gmel.) J.Schröt.

**Syn:** *Comatricha obtusata* Preuss,

*Comatrichoides nigra* (Pers.) Hertel,

*Stemonitis atrofusca*  $\beta$  *nigra* Pers.

*S. nigra* Pers. ex J.F. Gmel.

*S. obtusata* Fr.

*S. ovata* var. *atrofusca* (Pers.) Alb. & Schwein.

*S. ovata* var. *nigra* (Pers. ex J.F. Gmel.) Pers.

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Atatürk park, altitude 580 m, on pine cone, 25.04.2018, Altaş, 29, F/1, MC, D/O.

32- *Lamproderma arcyrioides* (Sommerf.) Rostaf

**Syn:** *Lamproderma violaceum* Rostaf.

*L. violaceum* var. *arcyrioides* (Sommerf.) Torrend

*Stemonitis arcyrioides* Sommerf.

*S. violacea* Fr.

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, High school, altitude 552 m, on leaf litter, 24.01.2018, Altaş, 75, F/6, FC, D/A.

33- *Stemonitopsis amoena* (Nann.-Bremek.)

**Syn:** *Comatricha amoena* Nann.-Bremek.

**Specimen examined:** Turkey: Batman province, Hasankeyf, altitude 485 m, on twigs, 14.05.2018, Altaş, 11, F/2, MC, D/O.

Within the scope of this study conducted in Batman Central and Hasankeyf district, a total of 33 species belonging to 5 ordo, 7 families and 12 genus were determined. 702 substrate samples were collected from the research area and used to prepare moist chamber cultures in the laboratory. A total of 163 myxomycete recorded. Overall, 114 (70%) of these samples were obtained with the moist chamber technique. 49 species (30%) were from field collection. It is known that myxomycetes are mostly invisible and the collection rate in the land is low. In a study conducted in the forests of Istanbul, Belgrade, 251 myxomycete were recorded and only 71 of them were collected from the natural environment (Oran et al., 2006). In another study, 23% (7) of the species defined from İzmir were obtained from the natural environment and 77% (23) of them were from moist chamber culture studies (Oskay and Tüzün 2015). In other study, 7 of the samples identified from Hatay province were obtained from their natural habitats and 115 from moist chamber culture (Baba and Doğan 2018). The vast majority of the species obtained in this study were also obtained in the laboratory from the moist chamber culture.

In this study, 33 taxa belonging to 7 different families were obtained. Considering the distribution of these families, genus numbers were as follows *Echinosteliaceae* (1), *Liceaceae* (3), *Reticulariaceae* (1), *Arcyriaceae* (3), *Didymiaceae* (8), *Physaraceae* (12) and *Stemonitidaceae* (5). Among these, *Physaraceae*, *Didymiaceae*, *Stemonitidaceae* families contain 25 out of 33 taxa. These percentages of the related ordo and families are in line with the studies conducted in Turkey (Yağız and Afyon, 2005; Ergül and Akgül, 2011; Oskay and Tüzün., 2015; Baba, et al., 2019). The genus and species numbers detected in this research field are represented by *Didymium* 8, *Physarum* 8, *Badhamia* 3, *Comatricha* 3, *Licea* 3, *Perichaena* 2, *Arcyria* 1, *Echinostelium* 1, *Fuligo* 1, *Lamproderma* 1, *Reticularia* 1, *Stemonitopsis* 1 species.

In this study, only one species of the genus *Echinostelium* was determined. It was observed that this sample was less common in previous studies (Oran et al., 2006; Demirel et al., 2006; Yağız and Afyon, 2006; Baba et al., 2018). In this study, species of the genus *Didymium* and *Physarum* were found the most. In previous studies, it was also more common to examples of this breed in the world and Turkey. The world and the most common of the species known in Turkey, *Didymium* (world: 93, Turkey: 23) and *Physarum* (World: 149, Turkey: 38) is located within the genus (Baba and Sevindik, 2019; Lado, 2020).

According to the results, the ratio of the number of species to the number of genera (S/G) is used as an indicator of taxonomic diversity. The low rate of this rate indicates that the taxonomic diversity is high, and the high rate is the indication that the taxonomic

diversity in the study is low (Stephenson et al., 1993). In this study, S/G ratio is 2.75. It was calculated as 2.24 for Southeast India and 4.13 for North America, in temperate or tropical regions S/G value has been reported to be between 2.2 and 4.6 (Stephenson and Stempen, 2000). In studies conducted in Turkey, the S/G ratio of 2.3 (Baba, 2015), 1.8 (Baba and Zümre, 2015), 2.7 (Baba et al., 2016), 2.38 (Baba and Atay 2019), 2.42 (Baba and Arslan 2017), 2.66 (Baba and Doğan 2018) and 2.04 (Baba et al 2019).

Density of each of the 33 taxa in 163 myxomycete record gives the degree of abundance of the taxa. Abundance estimates of the species are based on the ratio of the species to the total number of samples (Stephenson et al., 1993). Considering the abundance of samples, 24 of 33 species were found between 0.5-1.5% and rare (O), 4 of them between 1.5-3% and common (C), 5 of them were larger than 3% and abundant (A). Among the species obtained, *Didymium annulisporum*, *D. difforme*, *D. megalosporum*, *D. squamulosum* and *Lamproderma arcyrrioides* were detected in almost all stations as abundant species. The reason for this may be that these species are cosmopolitan and their ecological tolerance is high. *D. squamulosum* was determined as the densest species with 48 record in 6 locations. The altitude value of the related sample has been found in different locations and different substrates. Apart from that, *D. difforme* (46) is the densest species after *D. squamulosum*.

## CONCLUSION

As a result of the studies, 33 taxa belonging to 5 ordo, 7 families and 12 genera were determined and contributed to mycetezoa of Batman and Turkey. A total of 163 myxomycete recorded, 114 (70%) of were obtained with the moist chamber technique and 49 species (30%) are field collection. Among these, *Physraceae*, *Didymiaceae*, *Stemonitidaceae* families contain 25 out of 33 taxa. In this study, species of the genus *Didymium* and *Physarum* were found the most. Considering the abundance of samples, 24 of 33 species were found between 0.5-1.5% and rare (O), 4 of them between 1.5-3% and common (C), 5 of them were larger than 3% and abundant (A). In this study, S/G ratio is 2.75 and this rate indicates that the taxonomic diversity of myxobiota in Batman province is high.

## Acknowledgment

This study was supported by Mustafa Kemal University Scientific Research Projects Commission (Project No: 18.YL.014).

## Contribution of Authors

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

## Conflict of Interest

Article authors declare that there are no conflicts of interest among them.

## REFERENCES

- Alaeddinoglu F 2010. The Functional Characteristics and Primary Problems of the Batman City. Eastern Geographical Review 15(24): 20-42.
- Alexopoulos CJ, Mims CW, Blackwell M 1996. Introductory Mycology, 4.th Edition, John Wileyand Sons Inc., New York.
- Alvarado C, Stephenson S 2017. Myxomycetes: Biology, Systematics, Biogeography and Ecology Academic Press, p 474, USA.
- Baba H, Tamer AÜ 2007. A study on the Myxomycetes in Manisa. Ot Sistematik Botanik Derg 14(2): 179-196.
- Baba H 2015. Investigation of Myxomycetes diversity on Kuseyr Mountain; Three new records in Hatay/Turkey. Fresen Environ Bull 24(11):4077-4086.
- Baba H, Zümre M 2015. Myxomycetes of Alan Plateau (Hatay). The Journal of Fungus 6(1): 1–9.
- Baba H, Zümre M, Gelen M 2016. An Investigation on North Adana (Turkey) Myxomycetes. Chiang Mai Journal of Science 43(1): 54-67.
- Baba H, Arslan Ç 2017. Myxomycetes of North Amanos Mountains (Hatay/Turkey). Biological Diversity and Conservation 10(3): 88-95
- Baba H, Doğan Y 2018. Investigation of Myxomycetes (Myxomycota) in South Amanos Mountains (Hatay-Turkey), Celal Bayar University Journal of Science 14(3): 277-284
- Baba H, Gelen M, Sevindik M 2018. Taxonomic investigation of myxomycetes in Altınözü, Turkey. Mycopath 16(1): 23-31.
- Baba H, Atay M 2019. Myxomycetes of Kumlu and Reyhanlı districts of Hatay/Turkey province. Biological Diversity and Conservation 12(2): 41-50.
- Baba H, Cennet E, Sevindik M 2019. Investigation of Myxomycetes (Myxomycota) in Kırıkhan (Hatay Province). Commun Fac Sci Univ Ank Series C 29(2):160-169.
- Baba H, Sevindik M 2019. Mycetezoa of Turkey (Checklist). Mycopath 17(1):1-14.
- Baba H, Sevindik M 2020. Myxomycetes of Eşmişek Plateau (Kırıkhan-Hatay). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 23(4): 917-923.
- Baba H, Gündoğdu F, Sevindik M 2021. Myxomycetes biodiversity in Gaziantep Province (Turkey) with four new records. Phytotaxa 478(1): 105-118.
- Demirel G, Kaşık G, Öztürk C 2006. Myxomycetes of Kestel Forest (Kadınhanı, Konya). Turkish Journal of Botany 30: 441–447.
- Ergül CC, Akgül H 2011. Myxomycete diversity of Uludağ national park, Turkey. Mycotaxon 116:479.

- Ergül CC, Dülger B, Oran RB, Akgül H 2005a. Myxomycetes of the western Black Sea Region of Turkey. *Mycotaxon* 93: 362
- Ergül CC, Dülger B, Akgül H 2005b. Myxomycetes of Mezit stream valley of Turkey. *Mycotaxon* 92: 239-242
- Ergül CC, Akgül H, Oran RB 2016. New records of Mycetozoa taxa from Turkey. *Oxidation Communications* 39(2): 1615-1623.
- Everhart SE, Keller HW 2008. Life history strategies of corticolous myxomycetes: the life cycle, plasmodial types, fruiting bodies, and taxonomic orders. *Fungal Diversity* 29: 1-16.
- Farr ML 1976. *Flora Neotropica*. Monograph No:16. N.Y. Bot. garden.
- Farr ML 1981. *True Slime Molds*. Wm. C. Brown Comp., p. 132, Dubuque Iowa.
- Gilbert HC, Martin GW 1933. Myxomycetes found on the bark of living trees. *Iowa Iowa Stud Nat Hist* 15(3): 3-5.
- Lado, C 2005-2021. An on line nomenclatural information system of Eumycetozoa. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain. <https://eumycetozoa.com> (date when consulted).
- Lado C 2020. An online nomenclatural information system of Eumycetozoa. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid. Last updated, March 04, 2020 <http://www.nomen.eumycetozoa.com>
- Martin GW, Alexopoulos CJ 1969. *The Myxomycetes*. University of Iowa press, p. 560, Iowa City.
- Martin GW, Alexopoulos CJ, Farr ML 1983. *The Genera of Myxomycetes*. Univ. of Iowa Pres., p. 438, Iowa City.
- Neubert H, Nowotny W, Baumann K 1993. *Die Myxomyceten (Band I)*. Karlheinz Baumann Verlag Gomaringen.
- Neubert H, Nowotny W, Baumann K 1995. *Die Myxomyceten (Band II)*. Karlheinz BaumannVerlag Gomaringen.
- Neubert H, Nowotny W, Baumann K, Marx H 2000. *Die Myxomyceten (Band III)*. Karlheinz BaumannVerlag Gomaringen.
- Ocak İ, Hasenekoğlu I 2003. Myxomycetes from Erzurum, Bayburt and Gümüşhane Provinces. *Turk J Bot* 27: 223-226.
- Oran RB, Ergül CC, Dülger B 2006. Myxomycetes of Belgrad Forest (Istanbul). *Mycotaxon* 97: 183-187.
- Oskay M, Tüzün Ö 2015. Determination the myxobiota of Kemalpaşa and surrounding (İzmir). *Celal Bayar Univ J Sci* 11:59-68.
- Stephenson SL, Stempen H 2000. *Myxomycetes: A handbook of slime molds*. Portland.Oregon: Tim Press
- Stephenson SL, Kalyanasundaram I, Lakhanpal TN 1993. A comparative biogeographical study of myxomycetes in the mid-Appalachians of eastern North America and two regions of India. *Journal of Biogeogr* 20: 645-657.
- Stephenson SL 2003. *Fungi of New Zealand Vol. 3: Myxomycetes of New Zealand*. Hong Kong: Fungal Diversity Press. 238 p.
- Stephenson SL, Stempen H 1994. *Myxomycetes: A Handbook of Slime Molds*. Timber Press, Portland, Oregon, USA.
- Thind KS 1977. *The Myxomycetes of India*. I.C.A.R., p.702, New Delhi.
- Yağız D, Afyon A 2005. A study on the myxomycetes of Seydişehir (Konya) District. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 5(1): 55-60.
- Yağız D, Afyon A 2006. Myxomycete flora of Derebucak (Konya) and Akseki (Antalya) districts in Turkey. *Mycotaxon* 96: 257-260
- Zümre M, Baba H, Sevindik M 2019. Investigation of myxomycetes in Selcen Mountain (Turkey) and its close environs. *Eurasian Journal of Forest Science* 7(3): 284-292.

## Doğrusal Olmayan Temel Bileşenler Analizinin Tanıtımı ve Uygulanabilirliği

Yıldırım DEMİR<sup>1\*</sup>, Sıddık KESKİN<sup>2</sup>, Şeyda ÇAVUŞOĞLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Van, <sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Van, <sup>3</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-6350-8122>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9355-6558>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8797-6687>

✉: ydemir@yyu.edu.tr

### ÖZET

Doğrusal olmayan temel bileşenler analizi (NLPCA), aralarında doğrusal ya da doğrusal olmayan ilişki bulunan çok değişkenli veri setlerinde, değişkenler arasındaki ilişkileri inceleyen ve sonuçları sayısal ve görsel olarak gösteren, açıklayıcı bir boyut indirgeme yöntemidir. Bu çalışmada, doğrusal olmayan temel bileşenler analizi (NLPCA) hakkında temel açıklayıcı bilgilerin sunulması ve uygulaması yapılarak kullanılabilirliğinin vurgulanması amaçlanmıştır. Çalışmada 3 biber çeşidine ait 17 sürekli değişken için 270 örnekten elde edilen veriler, Temel bileşenler analizi (PCA) ile değerlendirilmiştir. PCA sonucunda elde edilen 4 temel bileşen ile çeşit, depolama süresi ve uygulama olmak üzere 3 kategorik değişken, NLPCA ile analiz edilmiştir. PCA ile yapılan analizde toplam varyansın yaklaşık %74'lük kısmı, NLPCA ile yapılan analizde ise yaklaşık % 58'lik kısmı açıklanmıştır. Analiz sonucunda; PC1 ile depolama süresi ve çeşit ile PC3 ve PC2 değişkenleri arasında güçlü bir ilişki olduğu gözlenirken, PC4 ve uygulama değişkenleri ile tüm değişkenler arasındaki ilişkilerinin düşük olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak; çok değişkenli veri setlerinde yer alan değişkenler arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan ilişkilerin incelenerek, bu ilişkilerin kolay yorumlanabilir ve basit anlaşılabilir şekilde iki boyutlu uzayda sunulabilmesi açısından; NLPCA'nın tek başına ve/veya diğer çok değişkenli analiz yöntemleri ile birlikte kullanılabilmesi vurgulanmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 17.07.2020

Kabul Tarihi : 27.08.2020

#### Anahtar Kelimeler

Boyut indirgeme  
Optimal ölçekleme  
Özdeğer  
SOD  
MDA

## Introduction and Applicability of Nonlinear Principal Components Analysis

### ABSTRACT

Nonlinear principal component analysis (NLPCA) is a descriptive dimension reduction method that examines the relationships between variables and displays the results numerically and visually in multivariate datasets that have a linear or nonlinear relationship between them. In this study, it was aimed to present the basic explanatory information about nonlinear principal components analysis (NLPCA) and to emphasize its usability by performing application. In the study, data obtained from 270 samples for 17 continuous variables concerning 3 pepper varieties were evaluated by Principal components analysis (PCA). With the 4 principal components obtained as a result of PCA, being 3 categorical variables Variety, storage time and Application were analyzed by NLPCA. In the analysis made with PCA, approximately 74% of the total variance was explained and in the analysis made with NLPCA, approximately 58% was explained as well. As a result of the analysis; it was observed that there was a strong relationship between PC1 and storage time and variety, and PC3 and PC2 variables, while the relationship between PC4 and application variables and all variables was low. As a result; by examining the linear and nonlinear relationships between the variables in the multivariate datasets, these relationships intended to be presented in an easily interpreted and easily understandable way in two-dimensional space; it was emphasized that NLPCA can be used alone and/or together with other multivariate analysis methods.

### Research Article

#### Article History

Received : 17.07.2020

Accepted : 27.07.2020

#### Keywords

Dimension reduction  
Optimal scaling  
Eigenvalue  
SOD  
MDA



**Atf İçin:** Demir Y, Keskin S, Çavuşoğlu S 2021. Doğrusal Olmayan Temel Bileşenler Analizinin Tanıtımı ve Uygulanabilirliği. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 442-450. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.770817>.  
**To Cite:** Demir Y, Keskin S, Çavuşoğlu S 2021. Introduction and Applicability of Nonlinear Principal Components Analysis. KSU J. Agric Nat 24 (2): 442-450. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.770817>.

## GİRİŞ

Doğadaki olayları incelemek ve mevcut veya olası sorunları çözebilmek amacıyla geliştirilen bilimlerden biri de veri analizi bilimidir. Veri analizi biliminde amaç, veri yapısına uygun yöntem ve teoriler kullanılarak sınırlı sayıda gözlem ile üzerinde durulan konuyu belirli bir olasılıkla açıklayabilmek ve gelecekteki araştırmalara ışık tutabilmektir (Keskin, 2002). Doğadaki olaylar, birbiri ile ilişkili olan çok sayıda değişkenin ya da faktörün ayrı ayrı ya da birlikte etkileşimleri sonucu ortaya çıkan karmaşık yapıdaki durumlardır. Bu karmaşık yapıda, ilgili olaya etki eden değişkenlerin belirlenmesi, bunların birbirleriyle olan ilişkilerinin çözülmesi ve oluşum mekanizmalarının basit ve anlaşılır bir şekilde açıklanması kolay olmayabilir. Zira belirli bir zamanda ve belirli sayıda veri ile bu yapı içindeki olayın, doğru ve güvenilir bir şekilde ortaya konulabilmesi, ancak doğru istatistik yöntemlerin kullanılması ile mümkündür (Demir, 2010).

İstatistik veri analizinde kullanılan değişkenler arasındaki ilişkiler her zaman doğrusal olmayacağı gibi cevap değişkeni sayısı tek de olmayabilir. Böyle durumlarda değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olmayan çok değişkenli istatistik yöntemlerle belirlenmesi daha makuldür. Zira değişkenler arasındaki doğrusal ilişkilerin belirlenmesinde, doğrusal yöntemlerin kullanılabilmesi için bunlarla ilgili bazı varsayımların sağlanması gerekmektedir. Söz konusu varsayımlar sağlanmadığında veya veri yapısına uygun olmayan analiz yöntemleri kullanıldığında, elde edilen sonuçlar ve yorumlamalar yanlış olabilmektedir.

Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemede kullanılan çok değişkenli istatistik analiz yöntemlerinden birisi de temel bileşenler analizidir (PCA: Principal Component Analysis). Bu analizde değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal ve değişkenlerin nümerik (aralık veya oran) ölçekte olması gerekmektedir. Bununla birlikte, genellikle araştırmalarda nümerik değişkenlerin yanı sıra, sıralı, kategorik veya kesikli değişkenler de kullanılabilir. Bu iki varsayım sağlanmadığı takdirde PCA hatalı sonuçlar verebilmektedir. Ancak, başta sosyal bilimlerde olmak üzere birçok alanda yapılan çalışmalarda PCA'nın varsayımları sağlanmadığında, alternatif bir yöntem olarak doğrusal olmayan temel bileşenler analizi (NLPCA: Nonlinear principal component analysis) kullanılabilir (Linting ve ark., 2007; Kapucu, 2016).

NLPCA, aralarında doğrusal ya da doğrusal olmayan

ilişki bulunan çok değişkenli veri setlerindeki değişkenler arasındaki ilişkilerin yönünü ve derecesini belirleyen, sonuçları sayısal ve görsel olarak gösteren, açıklayıcı bir boyut indirgeme yöntemidir. NLPCA'da amaç, PCA'da olduğu gibi  $p$  boyutlu bir veri setinin  $k$  ( $k < p$ ) boyuta indirgenerek değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesidir (Kramer, 1991; Kapucu, 2016).

Bu bağlamda çalışmada, NLPCA hakkında temel açıklayıcı bilgilerin sunulması ve bir uygulama yapılarak, başta ziraat olmak üzere fen, sağlık ve sosyal bilimlerde birçok alanda kullanılabilirliğinin vurgulanması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

Çalışmada, Akra F1, Melek F1 ve Gökkuşuğu F1 olmak üzere üç biber çeşidinden; Ağırlık kaybı (g), L, a, b, c Hue, Toplam Fenolik, Toplam Antioksidan, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Solunum, Etilen, SOD (Süperoksit dismutaz), CAT (Katalaz), APX (Askorbat peroksidaz) ve MDA (Malondialdehit) olmak üzere 17 adet sürekli değişkene ait elde edilen veriler kullanılmıştır.

Elde edilen toplam 270 adet veri, PCA ile analiz edilmiş ve özdeğerler dikkate alınarak ilk dört temel bileşene ait skor değerleri elde edilmiştir. Daha sonra çeşit, depolama süresi, uygulama ve PCA ile elde edilen ilk dört temel bileşen NLPCA ile analiz edilmiş, elde edilen sonuçlar sayısal ve grafiksel olarak gösterilerek yorumlanmıştır.

## İstatistik Analizler

PCA'nın amacı,  $k$  sayıda orijinal değişkenin ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ) doğrusal bileşenlerini elde ederek, temel bileşen olarak adlandırılan daha az sayıda ( $p$ ) yeni değişkene dönüştürmektir. Böylece PCA çok değişkenli veri setlerinde, etkili bir boyut indirgeme yöntemi olarak kullanılmaktadır. PCA'da maksimum elde edilebilecek temel bileşen sayısı, orijinal değişken sayısına eşittir. Ancak analiz sonuçları, daha az sayıda ve genellikle de ilk iki veya ilk üç temel bileşen dikkate alınarak yorumlanmaktadır. Öyle ki, çoğu zaman, orijinal değişkenlerdeki varyasyonun büyük bir kısmı ilk iki temel bileşenle açıklanabilmektedir. Böylece orijinal değişkenlerin, önemli bir oranda özetlenmesi ve daha kolay yorumlanabilmesi sağlanmaktadır (Jolliffe, 1986; Demir ve ark., 2016). PCA'da uygun temel bileşen sayısını belirlemede; 1'den büyük özdeğere sahip bileşenler ya da toplam varyansın en az %67'sini açıklayabilen temel bileşenler dikkate alınabilir (Özdamar, 2010).

Kategorik iki değişken arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Ki-kare veya basit uyum analizi

kullanılmaktadır. Ancak değişken sayısı ikiden fazla olduğu durumlarda optimal ölçekleme yöntemlerine başvurulması önerilmektedir (Güç, 2015). Optimal ölçeklemenin temelini ALS (Dalgalı En Küçük Kareler) algoritması oluşturmaktadır.

Albert Gifi (1990) tarafından, optimal ölçeklemeye dayalı doğrusal olmayan çok değişkenli istatistik analiz yöntemleri ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Bu nedenle bu yöntemler Gifi yöntemleri olarak da adlandırılmakta ve bu yöntemlerin temelini kategorik verilere dayanan gösterge ( $G$ ) matrisi oluşturmaktadır. Gösterge matrisi ile kategorik değişkenler sayısallaştırıldıktan sonra bilinmeyen nesne ve kategori skorlarını içeren kayıp fonksiyonu oluşturulmaktadır. Kayıp fonksiyonu, en küçük değerini alana kadar iterasyon sürdürülmekte ve bu işlem optimal ölçekleme süreci olarak adlandırılmaktadır. Gifi yöntemleri temel olarak, değişkenler çoklu olarak ele alındığında oluşabilecek bilgi kaybını (açıklanmayan varyansı veya kayıp fonksiyonunu) minimize etmeyi amaçlamaktadır (Mair ve De Leeuw, 2010).

Doğrusal olmayan çok değişkenli analiz yöntemlerinde kategorik değişkenler çeşitli dönüşümlerle sayısallaştırılmakta ve kayıp fonksiyonu ile çok değişkenli analiz yöntemlerinin uygulanmasına imkân sağlanmaktadır. Böylece minimum kayıpla gerçek uzaydaki ilişkiler daha düşük boyutlu bir uzayda gösterilmektedir (Karaman, 2019).

Çok sayıda değişken arasındaki ilişkinin etkili bir şekilde yorumlanması çoğu kez zordur. Bu durumda orijinal değişkenler, orijinal değişkenlerde bulunan bilgilerin çoğunu temsil eden daha küçük ilişkisiz bileşenler kümesine indirgenmektedir. Böylece, çok sayıda değişken yerine birkaç bileşenle sonuçlar yorumlanmaktadır. Bu bağlamda, kategorik temel bileşenler analizi (CATPCA) olarak da bilinen NLPCA, boyut indirgemekte ve kategorik değişkenleri sayısallaştırmaktadır (quantifies).

NLPCA, geometrik olarak ele alındığında gerçek uzay yerine daha düşük boyutlu bir uzayda değişken ve kategorileri grafiksel olarak göstermeyi amaçlamaktadır. Diğer bir ifade ile NLPCA, sayısal dönüşümler yaparak  $X$ 'in nesne skorlarını bulmayı ve  $Y_j$ 'nin bir dizisini çeşitli yollarla kısıtlayarak minimize etmeyi amaçlamaktadır (Michailidis ve De Leeuw, 1998; Karaman, 2019). Bu amaç doğrultusunda  $j \in J$  ise  $c=p$  ile ve  $j \notin J$  ise  $c=1$  ile Eşitlik 1 minimize edilmektedir (Demir, 2010).

$$\sigma(X; Y) = n_w^{-1} \sum_j c^{-1} \text{tr} \left( (X - G_j Y_j)' M_j W (X - G_j Y_j) \right) \quad (1)$$

$$j = 1, \dots, m$$

Kayıp fonksiyonu olarak bilinen Eşitlik 1'de,  $X$ ,  $n \times p$  boyutlu nesne skorları;

$Y$ , değişkenlerin çoklu ölçekleme seviyesindeki

sentroid koordinatları ( $Y_j$ ) ve çoklu nominal olmayan ölçekleme seviyesindeki vektör koordinatları ( $y_j, a_j$ ) toplamı;

$n_w$ ,  $\sum_{i=1}^n w_i$  eşitliği ile ağırlıklandırılmış gözlem sayısı;  $G_j$ , elemanları  $i = 1, \dots, n$  ve  $r = 1, \dots, k_j$  olan  $n \times k_j$  boyutlu  $j$ . değişkeninin ikili gösterge matrisi ( $i$ . gözlem  $j$ . değişkeninin  $r$ . kategorisinde ise  $g_{(j)ir} = 1$ ;  $i$ . gözlem,  $j$ . değişkeninin  $r$ . kategorisinde değilse  $g_{(j)ir} = 0$  olur.) (Gifi, 1990; Güç, 2015);

$Y_j$ ,  $k_j \times p$  boyutlu sentroid koordinatları;

$M_j$ , diyagonal elemanları  $m_{(j)ii}$  olan  $n \times n$  diyagonal matris ( $i$ . gözlem eksik ve  $j$ . değişken pasif olduğu zaman veya  $i$ . gözlem,  $j$ . değişkeninin  $r$ . kategorisinde olduğu ve  $r$ . kategori sadece tamamlayıcı gözlemler tarafından kullanıldığı zaman  $m_{(j)ii} = 0$  ve diğer durumlarda ise  $m_{(j)ii} = v_j$  olur.);

$W$ , diyagonal elemanları  $w_j$  olan  $n \times n$  boyutlu diyagonal matrisi;

$m$ , analiz edilen değişken sayısı ve

$J$ , hangi değişkenlerin çoklu nominal ölçeklendirme seviyesine sahip olduğunu belirleyen indeks değeridir.

Ayrıca, Eşitlik 1'in çözümü için gerekli olan diğer notasyonlar ise;

$n$ , toplam analiz edilen tamamlayıcı gözlem sayısı;  $p$ , boyut sayısı;  $y_j$ ,  $k_j$  boyutlu çoklu nominal olmayan ölçekleme seviyesindeki değişkenlere ait kategori sayısı;  $w_i$ ,  $i$ . gözlemin ağırlığı ( $i$ . gözlem ağırlıklandırılmamışsa  $w_i = 1$  ve  $i$ . gözlem tamamlayıcı gözlemse  $w_i = 0$  olur.) ve  $k_j$ ,  $j$ . değişkenin kategorilerinin sayısı şeklinde açıklanabilir.

Çoklu nominal değişkenlerde bir boyut için açıklanan varyans Eşitlik 2 ile hesaplanmaktadır.

$$VAF1_s = n_w^{-1} \sum_{j \in J} v_j \text{tr}(Y_j' D_j Y_j) \quad s = 1, \dots, p \quad (2)$$

Eşitlik 2'de  $v_j$ , değişken ağırlığıdır ( $j$ . değişkenin ağırlığı belirlenmemişse  $v_j = 1$  olur).  $D_j$ ,  $k_j \times k_j$  boyutlu diyagonal matrisi olmak üzere ağırlıklandırılmış tek değişkenli marjinal değerler içerdiğinden  $G_j$ 'nin ağırlıklandırılmış sütun toplamları Eşitlik 3 ile hesaplanmaktadır.

$$D_j = G_j' W G_j \quad (3)$$

Çoklu nominal olmayan değişkenlerde bir boyut için açıklanan varyans ise Eşitlik 4 ile hesaplanmaktadır.

$$VAF2_s = \sum_{j \in J} v_j a_{js}^2 \quad s = 1, \dots, p \quad (4)$$

Eşitlik 4'te  $a_j$ ,  $p$ . boyutta çoklu nominal olmayan ölçekleme seviyesindeki değişkenlere ait bileşen yükleridir (Demir, 2010).

Boyutlara ait özdeğerler, toplam özdeğer olarak ifade edilen toplam açıklanan varyans ve NLPCA için vektör koordinatları sırasıyla Eşitlik 5, 6, ve 7 ile

hesaplanmaktadır.

$$\sqrt{\lambda_s} = VAF1_s + VAF2_s \quad s = 1, \dots, p \quad (5)$$

Eşitlik 5'te  $\lambda_s$ ,  $\Lambda$ 'nin s. diyagonal elemanıdır.

$$tr(\sqrt{\Lambda}) = p^{-1} \sum_s VAF1_s + \sum_s VAF2_s \quad s = 1, \dots, p \quad (6)$$

$$VAF_{js} = v_j a_{js}^2 \quad s = 1, \dots, p \quad \text{ve} \quad j \notin J \quad (7)$$

Optimal ölçekleme sonrası elde edilen değişkenler için korelasyon matrisi Eşitlik 8 ile hesaplanmaktadır.

$$R = n_w^{-1} Q'WQ \quad (8)$$

Analizde çoklu nominal olmayan değişkenler varsa, kayıp gözlem yoksa ya da pasif olarak belirlenmişse Eşitlik 8 kullanılmakta ve  $q_j = G_j y_j$  ile korelasyon matrisi hesaplanmaktadır. R'nin ilk p özdeğeri  $\sqrt{\Lambda}$ 'e eşittir.

Analizde çoklu nominal değişkenler varsa p korelasyon matrisleri,

$$R_s = n_w^{-1} Q_s'WQ_s \quad s = 1, \dots, p \quad (9)$$

Eşitlik 9 ile hesaplanmaktadır. Eşitlik 9'da  $q_{js}$ , çoklu nominal olmayan değişkenler için  $G_j y_j$  olarak ve çoklu nominal değişkenler için ise  $\frac{G_j Y_{js}}{\sqrt{Y'_{js} D_j Y_{js}}}$  olarak

hesaplanmaktadır.

$R_s$  matrisinin 1'nci özdeğeri genellikle daha yüksek olup  $\sqrt{\lambda_s}$ 'e eşittir.  $\sqrt{\Lambda}$ 'nin daha düşük değerleri genellikle  $R_s$ 'nin 2'nci ve daha sonraki özdeğerlerine aittir. Özdeğerlerin hesaplanmasında; R matrisinin tekil değer ayrışımı için j değişkeni tamamlayıcı değişkense, önce R matrisinden ilk sütun ve j. satır çıkarılır, sonra  $R_{ij}$ ,  $\sqrt{v_i v_j}$  ile çarpılır (IBM SPSS, 2011).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada, ele alınan değişkenlere ait Pearson korelasyon katsayıları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Orijinal değişkenler arası korelasyonlar  
Table 1. Correlations among the original variables

	A. Kaybı	L	a	b	c	Hue	To. Fe	To. An	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Solunum	Etilen	SOD	CAT	APX
L	-0.20															
a	0.11	0.38														
b	0.05	0.58*	-0.15													
c	0.02	0.42	-0.31	0.97**												
Hue	-0.14	-0.71*	-0.75*	-0.52*	-0.37											
To. Fe	0.69*	0.09	0.28	0.10	0.03	-0.31										
To. An	0.55*	0.01	0.25	0.08	0.04	-0.27	0.90**									
O <sub>2</sub>	-0.31	0.09	-0.28	0.38	0.42	0.00	-0.20	-0.08								
CO <sub>2</sub>	0.31	-0.14	0.27	-0.40	-0.43	0.02	0.13	0.01	-0.95**							
N <sub>2</sub>	0.21	-0.08	0.25	-0.33	-0.38	0.00	0.14	0.03	-0.86*	0.79*						
Solunum	0.34	-0.36	-0.48	0.27	0.36	0.23	-0.08	-0.06	0.05	-0.01	-0.10					
Etilen	0.18	-0.14	-0.25	0.20	0.25	0.07	-0.06	-0.07	-0.08	0.10	0.02	0.55*				
SOD	0.40	0.05	0.31	-0.17	-0.23	-0.16	0.41	0.25	-0.48	0.41	0.42	-0.11	-0.05			
CAT	0.12	0.05	0.10	-0.01	-0.03	-0.09	0.07	0.03	-0.27	0.28	0.23	0.06	0.07	0.16		
APX	0.01	0.07	0.37	-0.35	-0.41	-0.10	-0.07	-0.22	-0.47	0.46	0.43	-0.25	-0.09	0.42	0.21	
MDA	0.70*	-0.45	-0.08	-0.13	-0.11	0.15	0.37	0.26	-0.28	0.32	0.18	0.37	0.22	0.24	0.14	0.03

\*(p<0.05), \*\*(p<0.01); A. Kaybı: Ağırlık Kaybı, To. Fe: Toplam Fenolik, To. An: Toplam Antioksidan, SOD: Süperoksit dismutaz, CAT: Katalaz, APX: Askorbat peroksidaz, MDA: Malondialdehit,

Çizelge 1 incelendiğinde, ağırlık kaybı ile toplam fenolik, toplam antioksidan ve MDA arasında istatistik olarak önemli (p<0.05) pozitif ilişkinin olduğu görülmektedir. Ayrıca, b ile L ve b ile c arasında pozitif; Hue ile L, a ve b arasında negatif; toplam fenolik ile toplam antioksidan arasında pozitif; O<sub>2</sub> ile CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> arasında negatif; CO<sub>2</sub> ile N<sub>2</sub> arasında ve solunum ile etilen arasında istatistik olarak önemli pozitif korelasyonlar bulunmuştur. Buna karşılık, SOD, CAT ve APX değişkenlerinin kendi aralarında ve diğer değişkenlerle olan korelasyonları önemli

bulunmamıştır.

Uygulanan temel bileşenler analizi sonucunda, ilk dört temel bileşene ait sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2' de görüldüğü üzere; toplam varyansın %27.024'lük kısmı ilk temel bileşenle, %45.879'lük kısmı ilk iki temel bileşenle, %63.129'lük kısmı ilk üç temel bileşenle ve %74.071'lik kısmı ise ilk dört temel bileşenle açıklanmıştır. Böylece onyedinci orijinal değişken, toplam varyansta meydana gelen yaklaşık % 25'lik kayıpla dört (temel) bileşene indirgenmiştir. Birikimli varyans oranı %67'den büyük olduğu

durumda orijinal veri setini açıklamak amacıyla  $p$  değişken yerine ilk  $k$  temel bileşen kullanılabilir (Özdamar, 2010). Bu nedenle çalışmanın sonraki

aşamalarında ilk dört temel bileşen (%74.071) alınarak işlemler yürütülmüştür.

Çizelge 2. İlk dört temel bileşen için analizi sonuçları

Table 2. Analysis results for the first four principal components

Bileşen (Component)	Özdeğer (Eigenvalue)	Açıklanan varyans % (% of explained variance)	Birikimli varyans % (Cumulative variance %)
1	4.594	27.024	27.024
2	3.205	18.855	45.879
3	2.932	17.250	63.129
4	1.860	10.941	74.071

Çizelge 3. İlk dört temel bileşene ait yükler

Table 3. Loadings of the first four principal components

	PC1	%	PC2	%	PC3	%	PC4	%
A. Kaybı	0.471	6.106	0.430	7.460	<b>0.642</b>	11.349	-0.125	2.464
L	-0.217	2.818	<b>0.638</b>	11.074	-0.540	9.542	0.314	6.215
a	0.450	5.841	0.484	8.411	<b>-0.542</b>	9.582	-0.093	1.846
b	-0.580	7.522	<b>0.641</b>	11.124	0.157	2.772	0.415	8.215
c	<b>-0.642</b>	8.332	0.514	8.917	0.260	4.603	0.403	7.974
Hue	-0.016	0.205	<b>-0.840</b>	14.592	0.357	6.307	-0.200	3.956
Top. Fen.	0.389	5.043	<b>0.688</b>	11.948	0.324	5.734	-0.415	8.218
Top. An.	0.254	3.294	<b>0.630</b>	10.941	0.316	5.587	-0.517	10.218
O <sub>2</sub>	<b>-0.875</b>	11.354	0.050	0.869	0.001	0.013	-0.320	6.324
CO <sub>2</sub>	<b>0.848</b>	10.999	-0.107	1.861	0.023	0.401	0.343	6.795
N <sub>2</sub>	<b>0.787</b>	10.204	-0.074	1.289	-0.071	1.257	0.316	6.257
Solunum	-0.174	2.254	-0.108	1.877	<b>0.773</b>	13.673	0.367	7.258
Etilen	-0.058	0.754	-0.041	0.705	<b>0.527</b>	9.320	0.514	10.169
SOD	<b>0.642</b>	8.323	0.267	4.636	0.005	0.096	0.013	0.263
CAT	0.298	3.867	0.095	1.649	0.039	0.686	<b>0.361</b>	7.144
APX	<b>0.580</b>	7.524	-0.113	1.968	-0.390	6.886	0.258	5.112
MDA	0.428	5.557	0.039	0.683	<b>0.689</b>	12.186	-0.080	1.580

Orijinal değişkenler ile temel bileşenler arasındaki korelasyonları ifade eden temel bileşen yükleri Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3'te; ağırlık kaybı, a, b, c, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, SOD, APX ve MDA değişkenleri ile ilk temel bileşen arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Ancak bunlar içerisinde de özellikle O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub>'nin önemli olduğu gözlenmiştir. Bu değişkenlerden b, c ve O<sub>2</sub> ile PC1 arasında pozitif korelasyon bulunurken, kalan diğer 7 değişken ile PC1 arasında ise negatif korelasyon bulunmuştur. İkinci temel bileşen; ağırlık kaybı, L, a, b, c, Hue, toplam fenolik ve toplam antioksidan değişkenleri ile tanımlanmaktadır. Bu değişkenlerden Hue ile PC2 arasında negatif korelasyon, diğer değişkenlerle PC2 arasında ise pozitif korelasyon gözlenmiştir. Üçüncü temel bileşen ağırlık kaybı, L, a, solunum, etilen ve MDA değişkenlerinden oluşurken, dördüncü temel bileşen ise toplam antioksidan, etilen, toplam fenolik, b ve c değişkenlerinden oluşmaktadır.

On yedi orijinal değişkenden indirgenen dört temel bileşen ve üç faktör (Çeşit, depolama süresi ve uygulama) arasındaki ilişki yapısı, doğrusal olmayan temel bileşenler analizi (NLPCA) ile incelenerek, değişken kategorilerinin iki boyutlu uzaydaki konfigürasyonu Şekil 1'de gösterilmiştir.

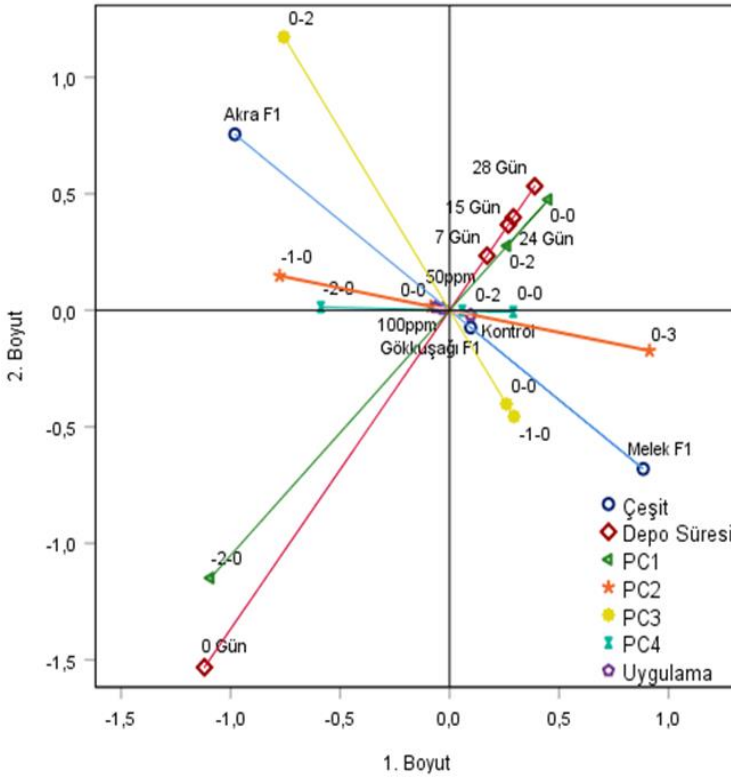
Optimal ölçeklemede, değişkenlerin yapısı göz önüne alınmadan değişkenlerin doğrudan analiz edilmesi sağlıklı sonuçlar vermeyebilir. Bu nedenle, değişkenlerin yapıları göz önüne alınarak bazı dönüşümler yapılmalı ve değişkenler optimal ölçekleme için uygun bir şekilde dönüştürmelidir. Bu bağlamda, nümerik bir değişken kategorik bir değişkene dönüştürülerek doğrusal olmayan yöntemlerle daha küçük boyutlu çözümler elde edilmektedir (Meulman ve Heiser, 2011, Güç, 2015). PCA ile elde edilen temel bileşenlerin skor değerleri, nümerik olarak elde edilmiştir. Ancak, NLPCA için kullanılan ilk dört temel bileşenin skorları, 3 gruplu kategorik değişkene dönüştürülmüştür.

Kategorilerin boyutlara olan katkısının ve ayırma gücünün artmasına paralel olarak, boyutlara ait katsayı değerleri de artmaktadır. Diğer bir ifade ile herhangi bir kategorinin boyutlarda almış olduğu değerlerinin orijinden uzaklaşması, adı geçen kategorinin boyutu belirlemede etkisinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Buna göre, birinci boyutta 0.913 ile PC2'nin "0.613-3.044" kategorisi en yüksek pozitif değeri alırken, -1.119 ile depolama süresinin 0. gün kategorisi en yüksek negatif değeri almıştır. Böylece bu iki kategorinin, birinci boyuta göre birbiri



ile ilişkisinin negatif yönde olduğu söylenebilir. Ayrıca, ikinci boyuta belirgin bir katkı sağlayan PC3'ün "0.640-2.827" kategorisi pozitif ve depolama süresi

değişkeninin 0. gün kategorisi ise negatif katkı sağlamaktadır. Bu iki kategori arasındaki ilişki ikinci boyuta göre negatif yönlüdür.



Şekil 1. İki boyutlu düzlemde kategorilere ait konumlar  
Figure 1. Locations of categories in two-dimensional plane

Şekil 1 de Akra F1 çeşidinin, 0. gün depolama süresinde; PC1'in "-2.267- -0.678" kategorisi, PC2'nin "-1.906- -0.619" kategorisi, PC3'ün "0.640-2.827" kategorisi ve PC4'ün "-2.374- -0.632" kategorisi ile birinci boyuta göre pozitif ilişkili olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Melek F1 çeşidi ise 15, 24, ve 28. gün depolama sürelerinde; PC2'nin "0.613-3.044" kategorisi, PC1'in "-0.572-0.609", "0.616-2.983" kategorileri, PC3'ün "-1.788- -0.619", "-0.604-0.522" kategorileri ve PC4'ün "-0.588-0.577" kategorisi ile pozitif ilişkili bulunmuştur.

İkinci boyuta göre Melek F1 çeşidi 0. gün depolama süresinde; PC1'in "-2.267- -0.678" kategorisi ve PC3'ün "-1.788- -0.619", "-0.604-0.522" kategorileri ile pozitif ilişkili bulunmuştur. Akra F1 çeşidi, depolama süresinin 7, 15, 24 ve 28. gün kategorilerinde; PC1'in "-0.572-0.609", "0.616-2.983" kategorileri ve PC3'ün "0.640-2.827" kategorisi ile pozitif ilişkili bulunmuştur.

Her iki boyut birlikte ele alındığında, depolama süresi ile PC1 arasında güçlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Ayrıca çeşit, PC2 ve PC3'ün birbiriyle ilişkili olduğu, ancak bu üç değişkenin depolama süresi ve PC1 değişkenleri ile yok denecek kadar düşük ilişkili olduğu söylenebilir. Böylece, depolama süresinin 0. gün kategorisi ile PC1'in "-2.267- -0.678"

Değişken (Variable)	Kategori (Category)	Vektör koordinatları (Vector coordinates)	
		1.Boyut (Dim.1)	2.Boyut (Dim.2)
Çeşit (variety)	Akra F1	-0.981	0.755
	Melek F1	0.884	-0.681
	Gökkuşluğu F1	0.096	-0.074
Uygulama (Application)	Kontrol	0.096	-0.020
	50ppm	-0.065	0.013
	100ppm	-0.031	0.006
Depolama süresi (Storage time)	0 Gün	<b>-1.119</b>	<b>-1.532</b>
	7 Gün	0.171	0.234
	15 Gün	0.268	0.367
	24 Gün	0.291	0.398
	28 Gün	0.389	0.532
PC1	-2.267- -0.678	-1.092	-1.149
	-0.572- 0.609	0.452	0.475
	0.616- 2.983	0.263	0.277
PC2	-1.906- -0.619	-0.777	0.148
	-0.604- 0.589	-0.085	0.016
	0.613- 3.044	<b>0.913</b>	-0.174
PC3	-1.788- -0.619	0.294	-0.455
	-0.604- 0.522	0.260	-0.402
	0.640- 2.827	-0.757	<b>1.173</b>
PC4	-2.374- -0.632	-0.588	0.014
	-0.588- 0.577	0.291	-0.007
	0.644- 2.921	0.058	-0.001

kategorisinin ve depolama süresinin 28. gün kategorisi ile PC1'in "-0.572-0.609" kategorisinin pozitif ilişki olduğu söylenebilir. Buna karşılık; depolama süresinin 0. gün kategorisi ile PC1'in "-0.572-0.609" kategorisi ve depolama süresinin 28. gün kategorisi ile PC1'in "-2.267- -0.678" kategorisi negatif ilişkilidir. Ayrıca depolama süresi 15 ve 24. gün kategorilerinin, PC1'in "0.616-2.983" kategorisi ile pozitif ilişkili olduğu gözlenmiştir. Akra F1 çeşidi ile PC2'nin "-1.906- -0.619" kategorisi ve PC3'ün "0.640-2.827" kategorisi arasında, Melek F1 çeşidi ile PC2'nin "0.613-3.044" kategorisi, PC3'ün "-1.788- -0.619", "-0.604-0.522" kategorileri arasında pozitif ilişki belirlenmiştir. Akra F1 kategorisi ile PC2'nin "0.613-3.044", PC3'ün "-1.788- -0.619", "-0.604-0.522" kategorileri arasında; Melek F1 çeşidi ile PC2'nin "-1.906- -0.619" ve PC3'ün "0.640-2.827" kategorileri arasında da negatif ilişki gözlenmiştir.

Orijine yakın olan kategorilerin, etkilerinin düşük olduğu ve bunların diğer kategorilerle ilişkilerinin olmadığı söylenebilir. Bu bağlamda, özellikle uygulama değişkenine ait etkinin çok düşük olduğu ve diğer değişkenler ile ilişkili olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca temel bileşenler analizinde her zaman ilk bileşenin varyans açıklama oranı daha yüksek olmaktadır. İlk bileşenden sona doğru gidildikçe

varyans açıklama oranı da buna bağlı olarak düşmektedir. Dolayısıyla, NLPCA'da kullanılan diğer temel bileşen değişkenlerine göre PC4 değişkenine ait varyans açıklama oranının düşük olması, bu

değişkenin diğer değişkenler ile olan ilişkisini de etkilemektedir. Zira PC4 değişkeni, diğer değişkenler ile düşük ilişkili bulunmuştur.

Çizelge 4. Optimal ölçekleme sonrası değişkenler arasındaki korelasyonlar  
Table 4. Correlations the among variables after optimal scaling

	Çeşit (Variety)	Uygulama (Application)	Depolama süresi (Storage time)	PC1	PC2	PC3	PC4
Çeşit	1.000						
Uygulama	0.000	1.000					
Depolama Süresi	0.000	0.000	1.000				
PC1	0.085	-0.052	<b>0.858</b>	1.000			
PC2	<b>0.546</b>	0.148	0.220	0.192	1.000		
PC3	<b>-0.736</b>	0.060	0.221	0.036	-0.132	1.000	
PC4	-0.260	-0.104	-0.097	-0.155	-0.066	0.032	1.000
Boyut (Dimension)	1	2	3	4	5	6	7
Özdeğer (Eigenvalue)	2.121	1.911	1.112	0.941	0.676	0.148	0.091

Çizelge 4'te NLPCA ile analiz edilen değişkenler arasındaki korelasyonlar verilmiştir. Çizelge 4'te en yüksek korelasyonun 0.858 değeri ile PC1 ve depolama süresi değişkenleri arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca çeşit ile PC3 (-0.736) ve PC2 (0.546) değişkenleri arasındaki korelasyonun da yüksek olduğu görülmektedir. Ancak çeşit, uygulama ve depolama süresi değişkenleri arasında herhangi bir korelasyon belirlenmemiştir. En yüksek üç korelasyon değeri göz önüne alındığında, depolama süresi ile PC1 ve çeşit ile PC2 değişkenleri arasındaki korelasyonlar pozitifken, çeşit ile PC3 arasındaki korelasyon negatiftir.

Özdeğerler, varyans açıklama oranının değişken sayısı ile çarpımına ( $\lambda = VAF * m$ ) eşittir (Meulman ve ark., 2004). Buna göre birinci boyut için özdeğer (%30.303\*7) 2.121, ikinci boyut için (%27.298\*7) 1.911 ve her iki boyutun toplamı için de 4.032 olarak bulunmuştur.

Şekil 2'de iki boyutlu uzayda değişkenlere ait bileşen yükleri konumlarının yanı sıra vektör koordinatları, bileşen yük koordinatları ve ilk iki boyuta ait varyans açıklama oranları verilmiştir.

Şekil 2 incelendiğinde, birinci boyuta göre çeşit (0.764), PC2 (0.677), PC1 (0.639), depolama süresi (0.564) ve uygulama (0.070) değişkenleri pozitif yüklü değişkenleri, PC3 (-0.457) ve PC4 de (-0.373) negatif yüklü değişkenleri oluşturmaktadır. İkinci boyuta göre depolama süresi (0.772), PC3 (0.708), PC1 (0.672) ve PC4 (0.009) pozitif yüklü değişkenleri, çeşit (-0.588), PC2 (-0.129) ve uygulama (-0.014) negatif yüklü değişkenleri oluşturmaktadır. Ayrıca, PC1 ve depolama süresi arasında yüksek pozitif ilişki görülürken, bu iki değişkenin diğer değişkenler ile yok denecek kadar düşük ilişkili olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra çeşit, PC2 ve PC3 arasında da bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Çeşit ile PC3

arasındaki ilişki, çeşit ile PC2 arasındaki ilişkiden daha güçlüdür. Ancak, çeşit ile PC3 arasında negatif ilişki mevcutken, çeşit ile PC2 arasında da pozitif ilişki mevcuttur. Kısmen de olsa PC4 ile çeşit arasında bir ilişki görülmesine rağmen, genel olarak PC4 ile uygulama değişkenlerinin diğer değişkenlerle ilişkisinin çok düşük olduğu görülmektedir.

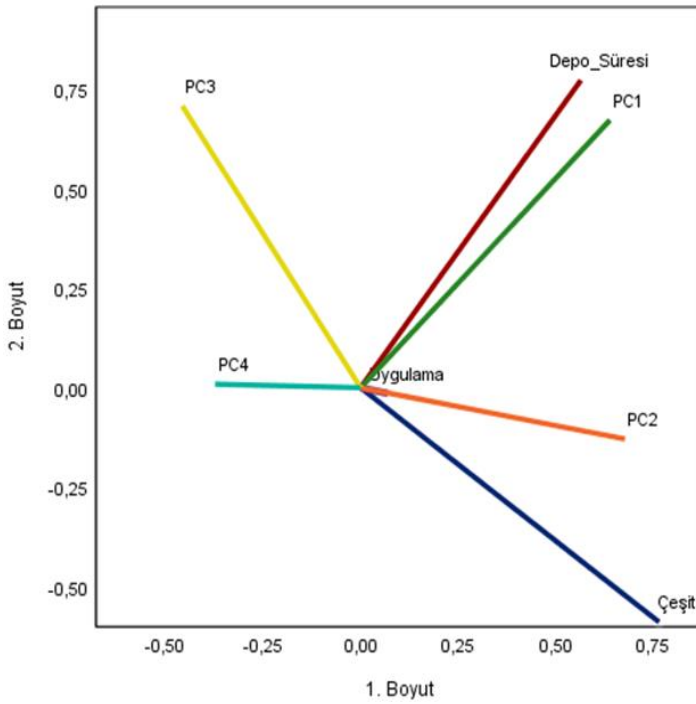
Birinci boyut tarafından toplam varyansın %30.303'ü, ikinci boyut tarafından ise toplam varyansın %27.298'i açıklanmıştır. Böylece her iki boyut tarafından toplam varyansın %57.601'i açıklanmıştır.

Böylece analize dâhil edilen yirmi değişkenden; depolama süresinin artması ile ağırlık kaybı, a, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, SOD, APX ve MDA'nın artabileceği, b, c ve O<sub>2</sub>'nin ise azalabileceği söylenebilir. Ayrıca geriye kalan 9 değişkenin depolama süresinden çok az etkilendiği söylenebilir. Diğer yandan; ağırlık kaybı, L, a, b, c, Hue, toplam fenolik, toplam antioksidan, solunum, etilen ve MDA değerlerinin de çeşide göre değiştiği ifade edilebilir.

Orijine yakın olması nedeniyle, özellikle uygulama değişkenine ait etkinin çok düşük olduğu ve diğer değişkenlerle ilişkili olmadığı gözlemlenmiştir. Buna ek olarak, NLPCA'da kullanılan diğer temel bileşen değişkenlerine göre PC4 değişkenine ait varyans açıklama oranının düşük olması, bu değişkenin diğer değişkenler ile olan ilişkisinin de düşük olması ile ilişkilendirilebilir.

Birçok çalışmada genellikle çok değişkenli veri setleri ile çalışılmakta ve mümkün oldukça çok az bilgi kaybı ile boyut indirgeme yapılmaktadır. Genel olarak, bu tür değişkenleri minimize etmede PCA'nın uygun bir yöntem olduğu ifade edilmektedir (Jolliffe, 1986).

Ancak bu analiz yönteminin uygulanabilmesi için değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal ve değişkenlerin nümerik ölçekte olması gibi iki önemli



Değişkenler (Variables)	Boyutlar (Dimensions)		Toplam (Total)	Boyutlar (Dimensions)	
	1	2		1	2
Çeşit (Variety)	0.584	0.346	0.930	0.764	-0.588
Uygulama (Application)	0.005	0.000	0.005	0.070	-0.014
Depolama süresi (Storage time)	0.318	0.596	0.914	0.564	0.772
PC1	0.408	0.451	0.859	0.639	0.672
PC2	0.458	0.017	0.475	0.677	-0.129
PC3	0.209	0.501	0.709	-0.457	0.708
PC4	0.139	0.000	0.139	-0.373	0.009
Özdeğer (Active Total)	2.121	1.911	4.032		
Açıklanan Varyans % (% of Variance)	30.303	27.298	57.601		

Şekil 2. İki boyutlu uzayda değişkenlere ait bileşen yükleri  
Figure 2. Component loads of variables in two-dimensional space

varsayımın sağlanması gerekmektedir (Jolliffe, 1986). Birçok çalışmada bu varsayımlar sağlanamamaktadır. Bu durumda, PCA yönteminin etkinliğinde azalma olabileceğinden, alternatif bir yöntem olarak, PCA ile aynı amacı taşıyan ve PCA'nın doğrusal olmayan bir uzantısı olan NLPCA önerilebilir. NLPCA'nın temelini oluşturan optimal ölçekleme yaklaşımı, değişkenlerin farklı düzeylerde ölçeklendirilmesine izin vermektedir. Bu sayede kategorik değişkenler, istenilen boyutta en uygun şekilde ölçeklenmekte ve böylece, değişkenler arasındaki doğrusal ilişkilerin yanı sıra doğrusal olmayan ilişkiler de modellenabilmektedir (Meulman ve Heiser, 2011; Mori ve ark., 2016). Böylece, NLPCA doğrusal olmayan ilişki yapılarında bu ilişkileri de yakalayabildiğinden daha iyi sonuçlar vermektedir (Kramer, 1991). Ayrıca normallik ve doğrusallık gibi varsayımlara gerek duymaması, PCA'nın aksine nominal ve ordinal ölçekteki değişkenlerle yapılan analizlerde iyi sonuçlar vermesi, nümerik olmayan verilerin analizinde yöntemin daha az kısıtlayıcı ve dolayısıyla daha yüksek varyans açıklama oranına sahip olması NLPCA'nın avantajlarıdır. Bunların aksine, sürekli değişkenlerin kategorize edilerek analiz edilmesi, böylece belli bir miktarda bilgi kaybına yol açması ve herhangi bir istatistik önemlilik testinin olmaması bu yöntemin dezavantajları olarak görülebilir.

NLPCA, PCA ile aynı problemlere uygulanabileceği gibi birlikte de kullanılabilir. Nitekim bu çalışmada ziraat alanında kalite özelliklerinden olan 17 değişken alınarak, PCA ile boyut indirgeme yapılmış ve

yaklaşık %74 açıklanabilen varyans oranı ile 17 değişken 4 temel bileşene (değişkene) indirgenebilmiştir. Daha sonra, 4 temel bileşenin; uygulama, depolama süresi ve çeşit ile ilişkisi NLPCA ile incelenmiştir. NLPCA sonucunda da % 54 açıklanabilen varyans oranı ile 7 değişken 2 boyuta indirgenmiştir. Böylece, kategorik ve sürekli değişkenlerden oluşan toplam 20 değişken arasındaki doğrusal ve/veya doğrusal olmayan ilişkiler, iki boyutlu uzaya indirgenerek, kolay anlaşılabilir ve yorumlanabilir bir şekilde görsel olarak sunulmuştur.

## SONUÇ

Sonuç olarak, farklı birçok bilim dalında doğrusal ve doğrusal olmayan ilişkileri içeren ve farklı değişken türlerinden oluşan çok değişkenli veri setleri bulunmaktadır. Bu veri setlerinde yer alan değişkenler arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan ilişkilerin incelenerek, bu ilişkilerin kolay yorumlanabilir ve basit anlaşılabilir şekilde iki boyutlu uzayda sunulabilmesi açısından; doğrusal olmayan bir boyut indirgeme yöntemi olan NLPCA'nın tek başına ve/veya diğer çok değişkenli analiz yöntemleri ile birlikte kullanılabilirliği önerilebilir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Demir C 2010. Doğrusal Olmayan Temel Bileşenler Analizi ve Sağlık Alanında Uygulaması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 55 sy.
- Demir Y, Esenbuğa N, Bilgin ÖC 2016. İvesi Koyunlarının Et Kalitesini Değerlendirmede Temel Bileşenler Analizinin (PCA) Kullanılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 20(3): 536-541.
- Gifi A 1990. Nonlinear Multivariate Analysis. John Wiley & Sons, New York, 579 sy.
- Güç K 2015. Türkiye’de Resmi Kurumlara Duyulan Güvenin Kategorik Regresyon ve Lojistik Regresyon Analizi İle İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 75 sy.
- IBM SPSS 2011. IBM SPSS Statistics 20 Algorithms. IBM, Inc., New York, 1069 sy.
- Jolliffe IT 1986. Principal Component Analysis. Springer-Verlag, New York, 487 sy.
- Kapucu T 2016. The Effect of Computer Assisted Instruction On Eight Grade Students’ Permutation-Combination-Probability Achievement And Attitudes Towards Computer Assisted Instruction. Middle East Technical University The Graduate School of Natural And Applied Sciences Statistics Department, Master Thesis, 161 sy.
- Karaman E 2019. Optimal Ölçekleme Teknikleri ve Bir Uygulama. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 108 sy.
- Keskin S 2002. Varyansların Homojenliğini Test Etmede Kullanılan Bazı Yöntemlerin I. Tip Hata ve Testin Gücü Bakımından İrdelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 210 sy.
- Kramer MA 1991. Nonlinear Principal Component Analysis Using Auto-Associative Neural Networks. AIChE Journal 37(2): 233-43.
- Linting M, Meulman JJ, Groenen PJF, Van der Kooij AJ 2007. Nonlinear Principal Components Analysis: Introduction and Application. Psychological Methods 12(3): 336-358.
- Mair P, De Leeuw J 2010. A General Framework for Multivariate Analysis with Optimal Scaling: The R Package Aspect, Journal of Statistical Software 32(9): 1-23.
- Meulman JJ, Heiser WJ 2011. *IBM SPSS Categories 20*, SPSS Inc., USA, 313 sy.
- Meulman JJ, Van der Kooij AJ, Heiser WJ 2004. Principal Components Analysis with Nonlinear Optimal Scaling Transformations for Ordinal And Nominal Data. (The Sage Handbook of Quantitative Methodology for the Social Sciences, UK: Ed. Kaplan D) 49-70.
- Michailidis G, De Leeuw J 1998. The Gifi System of Descriptive Multivariate Analysis. Statistical Science 13(4): 307-336.
- Mori Y, Kuroda M, Makino N 2016. Nonlinear Principal Component Analysis and Its Applications. Springer Nature, Singapore, 80 sy.
- Özdamar K 2010. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-2 (Çok Değişkenli Analizler). Kaan Kitapevi, Eskişehir, 506 sy.



## Use of Gytija as Litter Material in Broiler Houses

Gülümser FORT<sup>1</sup>, Beyhan YETER<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-1280-7760>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1741-4635>

✉: byeter@gmail.com

### ABSTRACT

The aim of the current experiment was to evaluate the possibility of the use of gytija as an alternative litter material to wood shavings in broiler production. In the current experiment 3150 chicks were used in two experimental groups consisting of 1575 chicks with three repetitions (3x525 chicks). The experiment last for 39 days. During the experiment chicks in two experimental groups with same diets. There were no significant differences between experimental groups in terms of live weight, feed consumption, feed conversion ratio and mortality. However, foot pad dermatitis (FPD) was found to be higher in the gytija litter group and the difference between the groups was significant (P=0.011). In conclusion, gytija could be used instead of wood shavings as litter in broiler houses without compromising the growth parameters. However, it should be known that there will be more FPD when using gytija as litter in broiler production compared to using wood shavings.

### Research Article

#### Article History

Received : 23.09.2020  
Accepted : 09.11.2020

#### Keywords

Broiler  
Foot pad dermatitis  
Gytija  
Litter  
Growht performance

## Etlik Piliç Kümeslerinde Gıdya Materyalinin Altlık Olarak Kullanımı

### ÖZET

Bu çalışmada etlik piliç kümeslerinde, gıdya materyalinin ağaç talaşı yerine, alternatif bir altlık olarak kullanılabileme imkânı araştırılmıştır. Deneme grubunda gıdya materyali altlık olarak kullanılırken kontrol grubunda altlık olarak ağaç talaşı kullanılmıştır. Mevcut denemede, üç tekrarlı (3x525 civciv) 1575 civcivden oluşan iki muamele grubunda toplam 3150 civciv kullanılmış ve deneme 39 gün sürdürülmüştür. Denemede her iki grup civcivlere aynı yemler verilmiştir. Deneme grupları arasında canlı ağırlık, yem tüketimi, yem dönüşüm oranı ve ölüm oranı açısından önemli bir fark bulunmamıştır. Ancak, kontrol grubuna göre gıdya altlık grubunda daha fazla FPD (foot pad dermatitis) geliştiği görülmüş ve gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur (P=0,011). Sonuç olarak gıdya materyali, büyüme parametrelerinden ödün vermeden broyler kümeslerinde odun talaşı yerine altlık olarak kullanılabileceği görülmüş, ancak altlık olarak gıdya kullanılan grupta, ağaç talaşı kullanılan kontrol grubuna göre piliçlerin ayak tabanlarında yangıların (FPD) daha fazla olabileceği gözden kaçırılmamalıdır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 23.09.2020  
Kabul Tarihi : 09.11.2020

#### Anahtar Kelimeler

Etlik piliç  
Ayak tabanı yangısı  
Gıdya  
Altlık  
Büyüme performansı

**To cite:** Fort G, Yeter B 2021. Use of Gytija as Litter Material in Broiler Houses. KSU J. Agric Nat Derg 24 (2): 451-456. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.799019>

## INTRODUCTION

The use of litter is inevitable in the floor-based raising system which is the most commonly used system in the world for the broiler raising. The need for litter material increases due to the increase in broiler raising. Recently investigations have been carried out to find out alternative litters such as tree leaves (Chakma et al., 2012; Sharma et al., 2015), rice husk, sugar cane bagasse, wheat straw (Monira et al., 2003),

hazelnut husk (Sarica and Cam, 2000), dried rose (Aktan and Sagdic, 2004), reversible trimmed paper products (Hector et al., 2006), factory wastes of tea plant (Atapattu and Wickramasinghe, 2007), paper industry waste (Ozlu et al., 2017), sand, zeolite, vermiculite, sepiolite, pumice stone as litter material (Bilgili et al., 1999; Eleroglu and Yalcin, 2004; Hafeez et al., 2009; Atencio et al., 2010; Miles et al., 2011; Bintas et al., 2014; Duman and Sekeroglu, 2016).

Nevertheless, wood shavings are generally accepted to be the most preferred litter material. Recently the price of wood shaving has been increased due to high use of fuel in heating during the winter (Sekeroglu et al., 2013; Ritz et al., 2016).

The use of litter accounts for 2-3% of the total cost in broiler production (Sekeroglu et al., 2013). Therefore the litter material should be cost-effective, easy to obtain, dust-free, mildew-free and free from solid bodies. At the same time, it should be environmentally friendly, non-toxic to human and animal health, comfortable bed for animals, high water holding capacity and can be used for other purposes (fertilizer, fuel, etc.) after it's as litter use (Munir et al., 2019). The litter materials should also be promptly managed in order to control its moisture, ammonia and prevent the disease factors and dust production (Sorbara et al., 2000; Toghyani et al., 2010). Litter material affects broiler's behavior, physiological features (Munir et al., 2019), some welfare parameters and immunity systems along with their performances (Shao et al., 2015). Depending on the type of litter material that is used, lesions appear in breast, feet joints, foot pad and toes, by that, development and carcass characteristics are adversely affected. This situation, sometimes results with decrease in meat quality as well as economic loss (Bilgili et al., 1999; Meluzzi et al., 2008). High levels of litter moisture cause FDP (Takase et al., 2011).

Also one of the major problems regard to large broiler production stems from the accumulation of litter material that is mixed with the animal feces. This type of waste's use as a source of organic matter in plant production is deemed to be a practical method (Singh et al., 2010). However, its large extent accumulation harms environment and causes environmental pollution (Sharpley et al., 2007; Bolan et al., 2010). Broiler houses' waste texture varies depending on several factors, and it consists average of 62% feces, 31% broiler house litter material, 3% shed feed, 2% feather and 2% other waste. (Adiyaman, 2009).

Gyttja is a waste material with organic contents that is found on the upper lignite layer, and it has semi-formed lignite features. But, its low energy levels do not allow for it to be used as a fuel resource (Demirkiran and Cengiz, 2011). Thus, after being dug from the lignite's upper layer it is used as a filling material for where it's dug from. (Saltali and Yildirim, 2016). It features an organomineral structure formed by the mixture of organic and mineral substances lay on the beds of Lake Floor, with its color ranging from light grey to brownish black and containing fossilised lake creatures. Gyttja has characteristics as such as containing nutrient elements beneficial for plants and humic acid and having a high organic matter rate. It can also be used as soil conditioner since it is compatible with the regulations on organic fertilizer

(Gulser et al., 2014). The reserves of gyttja which can be used for agricultural purposes is approximately 1.8 billion tons in Afsin-Elbistan coal basin and it is reported that this figure is 4.8 billion tons with areas to be opened for new production (Kadioglu et al., 2015). Yakupoglu et al. (2013) reported the gyttja features as follows; C / N ratio; 12.6, EC ( $\text{dSm}^{-1}$ ) 0.77,  $\text{CaCO}_3$ ; specific gravity of 39.1%;  $2.25 \text{ g/cm}^3$ , water holding capacity; 206%, total N; 1.76%, P;  $19.4 \text{ mg kg}^{-1}$ , K;  $183 \text{ mg kg}^{-1}$ , Ca;  $122628 \text{ mg kg}^{-1}$ , Mg;  $2348 \text{ mg kg}^{-1}$  Na;  $183.8 \text{ mg kg}^{-1}$  Fe;  $53.4 \text{ mg kg}^{-1}$  Cu;  $6.62 \text{ mg kg}^{-1}$ , Zn;  $5.86 \text{ mg kg}^{-1}$  and Mn;  $28.7 \text{ mg kg}^{-1}$ .

In this study, it was aimed to determine whether it is possible to use gyttja which is cost effective and abundant, as an alternative litter material in broiler production.

## MATERIALS AND METHODS

This study was carried out in University of Kahramanmaraş Sutcu Imam, Animal Production, Application and Research Center; by the license numbered 2017/03-01 issued by the KSU Agricultural Faculty's Local Board of Animal Experiments. In the current experiment two identical poultry houses with a same ventilation rate and lighting program were used to prevent the treatment contamination such as moisture odor and ammonia etc. The diameters of each house feature 7 m of width, 19 m of length and 3 m of height, in an enclosed setting with full environment control. The trial was carried out in three replications in each of the pine wood shaving and gyttja groups. The gyttja used as the litter material in the experimental house was supplied from lignite deposit of Thermal Power Plant in Afsin-Elbistan. The gyttja material used in the study was directly obtained from the mine having diameter spectrum in respect of its particles ranging from powder-size to orange-watermelon sizes, and featuring a near-black color. Large pieces were shrunken by crushing, and the pieces ranging in sizes from chickpea-bean to powder were laid on the experimental house floor by a spread of  $6 \text{ kg/m}^2$ . Along with that, in control house, pine wood shavings were used as a litter material by a spread of  $3 \text{ kg/m}^2$ . Each repetition is divided into 3 sections ( $44.27 \text{ m}^2$ ) with a 2.3 m wide, 19 m long and 60 cm high wire fence which prevents chicks from passing. As animal material, day-old Ross 308 produced from 54 weeks old parent stocks were used. The study was conducted with 3150 chicks placed to the control house and experimental groups, each house hosting three replications, as each replication consisted of 525 number of one day old chicks ( $11.86 \text{ chicks/m}^2$ ) belonged to mixed sex groups. The houses were heated with infra-red electric heaters. In each house, 3 thermostat controlled heaters were used, and the temperature values were kept similar during the experiment. The composition of diets used in the experiment are given in Table 1.

Table 1. The composition of diets used in the experiment

Nutrient Contents	Starter 1	Grower 1	Grower 2	Finisher
Feed form	Granular	Granular	Pellets	Pellets
Days	0-10	11-21	22-31	32-39
Dry matter (%)	88	88	88	88
Crude protein%	24	23	21	19
Crude cellulose %	6.0	6.0	6.0	6.0
Crude ash %	8.0	8.0	8.0	8.0
Insoluble ash in HCl %	1.0	1.0	1.0	1.0
Calcium%	1.0-1.5	1.0-1.5	0.9-1.5	0.8-1.2
Phosphorus %	0.70	0.70	0.65	0.60
Sodium %	0.15-0.30	0.15-0.30	0.15-0.30	0.15-0.30
NaCl (Salt) %	0.35	0.35	0.35	0.35
Lysine %	1.30	1.20	1.10	0.90
Methionine %	0.60	0.50	0.50	0.35
Cystine %	0.32	0.40	0.30	0.30
Metabolic Energy (Kcal kg <sup>-1</sup> )	3200	3200	3200	3200

The experiment last for 39 days. At the end of the experiment, broilers in the experimental groups were individually weighed. Broilers in both groups were given no feed during 12 hours prior to body weight measuring.

Foot pad dermatitis (FPD) was evaluated at the end of the trial (39 days) from the both foot of each chicken. In case where FPD did not develop equally in both feet, the most affected foot was considered. FPD scores were recorded as follows: 0: no lesions; 1: small point lesions,

2: lesions covering more than 25% of the foot; 3: lesions covering more than 50% of the foot; 4: lesions covering the entire sole of the foot (Figure 1; Hocking et al., 2008; Sarica et al., 2014). FPD score value of each repetition is calculated by the following formula (Kyvsgaard et al., 2013). Repetition score = 0x(num. of foot with the score 0)+1x(num. of foot with the score 1)+2x(num. of foot with the score 2)+3x(num. of foot with the score 3)+4x(num. of foot with the score 4). The result found was divided by the number of broilers to obtain a coefficient.

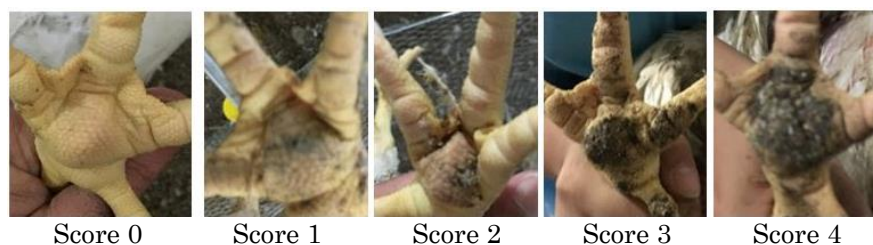


Figure 1. Foot pad dermatitis scores

Litter's moisture measurement was carried out at the end of the experiment by taking 10 samples from different areas from the each house. The samples were weighed separately and placed in the oven, dried at 105 °C for 12 hours; then the average values were obtained by weighing the samples again and determining their moisture contents.

Statistical analysis were made by using t-test SPSS V22.0 statistical package program (SPSS, 2013).

## RESULTS AND DISCUSSION

The initial chick weight, live weights, feed consumption, FCR mortality and FPD scores in this study are given in Table 2.

Table 2. The effect of litter type on the live weight, feed consumption, feed conversion ratio mortality and foot pad dermatitis (n=3\*)

Parameters	Wood shavings litter	Gyttja litter	P-value
Initial chick weight (g)	48.20±0.208	48.20± 0.173	1.00
Live weight (g)	2519.70±15.407	2513.33±9.514	0.74
Feed consumption (g)	4114.00±11.846	4128.33±3.844	0.31
Feed conversion ratio	1.633±0.010	1.643±0.005	0.44
Mortality (%)	2.99±0.127	2.86±0.290	0.72
FPD Scores	0.99±0.098*	1.44±0.022*	0.011

Values are given as means ± SE, in the same row. \* Each repetition is the average of 525 chicks

There were no significant differences between experimental groups in terms of live weight, feed consumption, feed conversion ratio and mortality. It is interesting that some researchers also found no significant differences between the treatment groups (Aktan and Sagdic, 2004; El-Wahab et al., 2013; Bintas et al., 2014; Sharma et al., 2015; Yamak et al., 2016; Lima et al., 2018). However other researchers found significant differences between the treatment groups (Atencio et al., 2010; El-Deek et al., 2011; Chakma et al., 2012; Ritz et al., 2016).

Compared to the control group using wood shavings as litter, in the gytija group FPD score was found significant ( $P<0.05$ ). Contrary to this study,

Benabdeljelil & Ayachi, (1996) observed no significant differences in FPD scores in all groups using six types of different litter materials. But in some studies it was reported that the use of litter material (Yamak et al., 2016; Zikic et al., 2017) and the moisture content of the litter materials (Ekstrand et al., 1997; Takase et al., 2011) have an effect on the FPD. It is also reported that there is a significant difference in terms of FPD scores when the litter was used for the second time (Yamak et al., 2016).

At the beginning of the experiment, the litter moisture content of experimental groups were 11.55% and 18.07%. At the end of the experiment these values was 67.0% and 56.50% respectively (Table 3).

Table 3. Moisture content of the litter materials used in the trial at the beginning and end of the study

Used litters in experiment	Initial moisture (%)	Post-experiment moisture (%)
Wood shavings litter	11.55	67.00
Gyttja litter	18.07	56.50

At the end of the 39-day trial, when the water holding capacity was examined among the materials used as litter, the wood shavings were observed to hold more water than the gytija. However, at the end of the trial, the gytija litter also suffered from FPD formation even though it had less moisture content. This is because the gytija litter material contains chickpea-bean sized particles that are thought to physically trigger the formation of FPD on the footpad of the broilers.

This result is in agreement with findings of other studies in which wood shavings used as litter in control group was determined to have a similar initial moisture content (Sarica and Cam, 2000; Ipek et al., 2002; Eleroglu and Yalcin, 2004; Atapattu and Wickramasinghe, 2007; Hafeez et al., 2009; El-Deek et al., 2011; Bintas et al., 2014).

The wood shavings and rice hulls litter mixed with poultry house is not recommended as a fertilizer for plant production due to slow degradation of wood shavings and rice hulls in soil. It is very interesting to notice that the wood shavings and gytija litters mixed with broiler feces obtained from experimental groups were used as a fertilizer in vetch and triticales production in another experiment carried by Iric (2019) who suggested that fertilization with gytija litter mixed with broiler feces improved the triticales hay yield and quality. The N and organic matter content of gytija litter is likely increased when it is mixed with broiler feces, thereby resulting in improved in the hay yield and quality as in the experiment carried by Iric (2019). Gytija mixed with broiler feces not only can be utilized as a soil conditioner but also fertilizer for plant production when the results obtained in the current experiment and that by Iric (2019) were taken into consideration.

## CONCLUSION

There are no significant differences between treatment groups in terms of liveweight, feed consumption, feed conversion ratio and mortality. In conclusion, gytija could be used instead of wood shavings as litter in broiler houses without compromising the growth parameters. However, it should be known that there will be more FPD when using gytija as litter in broiler production compared to using wood shavings. New studies can be done by changing the gytija material to smaller particle form, to eliminate the FPD problem.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit (BAP) of Kahramanmaraş Sutcu Imam University with 2017/1-9 YLS project number. This study is produced from G. Fort's master thesis.

## Author Contribution Rates:

The authors hereby declare that BY contributed 80%, GF contributed 20% to the article.

## Statement on conflict of interest

There is no conflict of interest between the authors.

## REFERENCES

- Adiyaman E 2009. Ensiling possibilities of some cereal fodder plants with broiler litter. M.Sc. Thesis. Süleyman Demirel Uni., Graduate School of Natural and Applied Sci. Depart. of Animal Sci. Isparta. 35p.
- Aktan S, Sagdic O 2004. Dried rose (rosa damascena mill.) dreg: An alternative litter material in broiler production. South African J. of Anim. Sci. 34: 75-79. <https://doi.org/10.4314/sajas.v34i2.3809>



- Atapattu NSBM, Wickramasinghe KP 2007. The use of refused tea as litter material for broiler chickens. *Poult. Sci.* 86: 968-972. <https://doi.org/10.1093/ps/86.5.968>
- Atencio JL, Fernandez JA, Gernat AG, Murillo JG 2010. Effect of pine wood shavings, rice hulls and river bed sand on broiler productivity when used as a litter source. *Int. J. Poult. Sci.* 9: 240-243. <https://doi.org/10.3923/ijps.2010.240.243>
- Bilgili SF, Montenegro GI, Hess JB, Eckman MK 1999. Live performance, carcass quality, and deboning yields of broilers reared on sand as a litter source. *J. of Appl. Poult. Research* 8: 352-361. <https://doi.org/10.1093/japr/8.3.352>
- Bintas E, Kucukyilmaz K, Bozkurt M, Catli AU, Cinar M, Topbas S, Kocer B, Ege G 2014. The effects of natural zeolite supplemented into litter on growth performance and welfare of broilers. *J. Poult. Research*. 11: 10-15.
- Bolan NS, Szogi AA, Chuasavathi T, Seshadri B, Rothrock Jr MJ, Panneerselvam P 2010. Uses and management of poultry litter. *World's Poult. Sci. J.* 66: 673-698. <https://doi.org/10.1017/S0043933910000656>
- Chakma S, Miah MY, Ara A, Kawsar MH 2012. Feasibility of using fallen tea leaves as litter in broiler rearing. *Bang. J. of Anim. Sci.* 41: 52-54. <https://doi.org/10.3329/bjas.v41i1.11978>
- Demirkiran AR, Cengiz MC 2011. Effects of organic materials, as gyttja, alsil, alga, humic acid, moss, straw, peat and chemical fertilizers treatments on the pistacia vera L. seedling. *J. of Natur. Sci. of Bingöl University*. 1: 43-50. <http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/GAkZn8c3-11122012-7.pdf>
- Duman M, Şekeroglu A 2016. The use of pumice stone as a litter material and its effect on broiler performance, welfare and carcass characteristics. *National Poultry Congress*. 5-8 October. Samsun/Turkey.
- Eleroglu H, Yalcin H 2004. Effects of fattening performance and some litter parameters by addition of zeolite to litter on the broilers. *J. of Poult. Research*. 5: 31-40.
- El-Deek AA, Al-Harhi MA, Khalifah MM, Elbanoby MM, Alharby T 2011. Impact of newspaper as bedding material in arid land on broiler performance. *Egypt. Poult. Sci.* 31: 715-725.
- El-Wahab AA, Radko D, Kamphues J 2013. High dietary levels of biotin and zinc to improve health of foot pads in broilers exposed experimentally to litter with critical moisture content. *Poult. Sci.* 92: 1774-82. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03054>
- Gulser F, Yilmaz C, Sonmez F 2014. Effects of gyttja and chemical fertilizer applications on growing media and pomologic and biochemical properties in pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*. 2: 1-5.
- Hafeez A, Suhail SM, Durrani FR, Jan D, Ahmad I, Chand N, Rehman A 2009. Effect of different types of locally available litter materials on the performance of broiler chicks. *Sarhad J. of Agricul.* 25: 581-586.
- Hector LS, Kenneth H, Abner A, Jose AO, Mireille A 2006. Paper products as litter materials for broilers: performance, carcass defects, footpad lesions. *The J. of Agricul. of the University of Puerto Rico*. 90: 1-8.
- İric O 2019. Effects of poultry litter on fodder yield and quality of vetch+triticale mixture on the base of sustainable. Master's Thesis. Kahramanmaraş Sutcu Imam University. Institute of Natural and Applied Sci., Field Sci. Dept. 45p.
- Ipek A, Karabulut A, Canbolat O, Kalkan H 2002. The Effects of different litter materials on the production traits of broilers Uludağ Uni. *Ziraat Fakültesi Dergisi*. 16: 137-147.
- Kadioglu YK, Namlı A, Kadioglu S, Kilinc CO, Akca MO 2015. EÜAŞ Afşin-Elbistan havzası linyit işletmesinin havza araştırılmasının jeolojik ve jeofizik yöntemlerle organik ve inorganik bileşenlerin belirlenmesi (Tanım-Tespit-Etüt). 4. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 01-04 Eylül 2015. Kahramanmaraş/Turkey.
- Kyvsgaard NC, Jensen HB, Ambrosen T, Toft N 2013. Temporal changes and risk factors for foot-pad dermatitis in Danish broilers. *Poult. Sci.* 92 (1): 26-32. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02433>
- Lima RC, Freitas ER, Gomes HM, Cruz CEB, Fernandes DE 2018. Performance of broiler chickens reared at two stocking densities and coir litter with different height. *Revista Ciencia Agronomica*. 49: 1-14.
- Miles DM, Rowe DE, Cathcart TC 2011. Litter ammonia generation: Moisture content and organic versus inorganic bedding materials. *Poult. Sci.* 90: 1162-1169. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01113>
- Monira KN, Islam MA, Alam MJ, Wahid MA 2003. Effect of litter materials on broiler performance and evaluation of manure value of used litter in late autumn. *Asian-Australasian J. of Anim. Sci.* 16: 555-557. <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.555>
- Munir MT, Belloncle C, Irle M, Federighi M 2019. Wood based litter in poultry production: A review. *World's Poult. Sci. J.* 75: 1-12. <https://doi.org/10.1017/S0043933918000909>
- Ozlu S, Shiranjang R, Elibol O, Karaca A, Turkoglu M 2017. Effect of paper waste products as a litter material on broiler performance. *Tavukçuluk Araş. Dergisi*. 14: 12-17.
- Ritz CW, Kiepper BH, Fairchild BD 2016. Evaluation of cellulose-based industrial wastewater byproduct as broiler bedding. *J. Appl. Poult. Res.* 25: 182-190. <https://doi.org/10.3382/japr/pfv096>
- Saltali K, Yildirim OF 2016. Effect of gyttja application on some plant and soil properties in confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.)

- cultivation at dry condition Kahramanmaraş Sutcu Imam Uni. Doğa Bilimleri Dergisi. 19: 84-90.
- Sarica M, Cam MA 2000. Potential of hazelnut husks as a broiler litter material. *Bri. Poult. Sci.* 41: 541-543. <https://doi.org/10.1080/713654977>
- Sarica M, Yamak US, Boz MA 2014. Effect of production systems on foot pad dermatitis (FPD) levels among slow-, medium- and fast-growing broilers. *Europ. Poult. Sci.* 78: 52-61. <https://doi.org/10.1399/eps.2014.52>
- Sekeroglu A, Eleroglu H, Sarica M, Camci O 2013. Litter materials and litter material management used in production on the ground. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi* 10: 25-34. <http://www.turkishpoultryscience.com/en/download/article-file/419892>
- Sharma G, Khan A, Singh S, Kumar AA 2015. Efficacy of pine leaves as an alternative bedding material for broiler chicks during summer season. *Vet. World.* 8: 1219-1224.
- Shao D, He J, Lu J, Wang Q, Chang L, Shi SR, Bing TH 2015. Effect of sawdust thickness on growth performance, environmental condition, and welfare quality of yellow broilers. *Poult. Sci.* 94: 1-6. <https://doi.org/10.3382/ps/peu003>
- Sharpley AN, Herron S, Daniel T 2007. Overcoming the challenges of phosphorus-based management challenges in poultry farming. *J. of Soil and Water Conservation.* 58: 30-38.
- Singh K, Risse LM, Das KC, Worley J, Thompson S 2010. Effect of fractionation and pyrolysis on fuel properties of poultry litter. *J. of the Air and Waste Management Association.* 60: 875-883. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.60.7.875>
- Sorbara JOB, Rizzo MF, Laurentiz AC 2000. Evaluation of citrus pulp pellet as a broiler litter. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola.* 2: 1-13.
- SPSS 2013. IBM United States Software Announcement 213-309, dated August 13, 2013.
- Toghyani M, Gheisari A, Modaresi M, Tabeidian SA, Toghyani M 2010. Effect of different litter material on performance and behavior of broiler chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 122: 48-52. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.11.008>
- Yakupoglu T, Yilmaz K, Demir OF 2013. Some physico-chemical properties of gyttja as a soil conditioner; removed from afsin-elbistan coal power plant basin in Turkey. *Int. Conf. on Environmental Sci. and Tech.* June 18-21 Nevsehir/ Turkey.
- Yamak US, Sarica M, Boz MA, Ucar A 2016. Effect of reusing litter on broiler performance, foot-pad dermatitis and litter quality in chickens with different growth rates. *Kafkas Univ. Vet. Fak. J.* 22: 85-91. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2015.13957>

## İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısı ile Süt Amiloid A, Elektriksel İletkenlik ve pH Arasındaki İlişkiler

Mürüvvet DÜZ<sup>1\*</sup>, Yağmur Nil DOĞAN<sup>2</sup>, İlkay DOĞAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Afyonkarahisar, <sup>2</sup>Gaziantep Üniversitesi, İslahiye Meslek Yüksekokulu, Veteriner Bölümü, Gaziantep, <sup>3</sup>Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ABD, Gaziantep, <sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8032-4280>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1309-0936>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-7552-6478>

\*E-posta: [muruvvetduz@aku.edu.tr](mailto:muruvvetduz@aku.edu.tr)

### ÖZET

Mastitis, üretim kaybı, meme hasarı ve buna bağlı tedavi maliyetleri açısından süt endüstrisi için büyük bir maliyettir. Somatik hücre sayısı (SHS), mastitin bir göstergesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada inek sütlerinde süt amiloid A (SAA), elektriksel iletkenlik (Eİ) ve pH gibi biyokimyasal göstergelerin SHS ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Afyon ili inek sütü üreticilerinden toplamda 50 adet inek sütü toplanmıştır. Toplanan sütler SHS'na göre 200 bin hücre mL<sup>-1</sup> altında olan Grup I (GI) ve 200-400 bin hücre mL<sup>-1</sup> arasında olan Grup II (GII) ve 400 bin hücre mL<sup>-1</sup> üstünde olanlar ise Grup III (GIII) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Toplanan sütlerin SHS gruplarına göre SAA değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ve SHS değerleri arttıkça SAA medyan değerlerinin de arttığı gözlenmiştir (p<0.05). Buna karşın SHS gruplarına göre pH ve Eİ değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak SAA test verilerinin Eİ ve pH ölçümlerine göre SHS ile ilişkisinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çiğ inek sütünde SAA'nın belirlenmesiyle sağlıklı ve mastitisli sütün karışmasının önüne geçilebileceği ve yararlı bir tanı göstergesi olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda SAA ölçümünün kalite indikatörü olarak kullanılması da süt kalitesi için önemlidir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 04.06.2020

Kabul Tarihi : 18.07.2020

#### Anahtar Kelimeler

Mastitis

Çiğ İnek sütü

Süt analizi

Akut faz proteini

## Investigation of the Relationship Between Somatic Cell Count and Milk Amyloid A, Electrical Conductivity and pH in Cow Milk

### ABSTRACT

Mastitis is a great cost for the dairy industry in terms of production loss, breast damage and associated treatment costs. Somatic cell count (SCC) is widely used as an indicator of mastitis. In this study, it was aimed to compare biochemical indicators such as milk amyloid A (MAA), electrical conductivity (EC) and pH with SCC. A total of 50 cow milk was collected from cow milk producers in Afyon province. The collected milk is Group I (GI) below 200 thousand cells ml<sup>-1</sup> according to SCC and Group II (GII) between 200-400 thousand cells mL<sup>-1</sup> and those above 400 thousand cells mL<sup>-1</sup> are Group III (GIII). is divided into groups. It was observed that the MAA values of the milk collected showed a significant difference compared to the SCC groups and the median values of MAA increased as the SCC values increased (p<0.05). However, it was found that pH and EC values did not show statistically significant difference according to SCC groups. As a result, it was determined that MAA test data sustained a higher relationship with SCC than EC and pH measurements. It is thought that the mixing of healthy milk with mastitis could be prevented by determining MAA in raw cow milk and might be a useful diagnostic indicator. Also, it can be considered that using MAA measurement as a quality indicator is important for milk quality.

### Research Article

#### Article History

Received : 04.06.2020

Accepted : 18.07.2020

#### Keywords

Mastitis

Raw Cow Milk

Milk Analysis

Acute Phase Protein

- Atıf İçin:** Düz M, Doğan YN, Doğan İ 2021. İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısı ile Süt Amiloid A, Elektriksel İletkenlik ve pH Arasındaki İlişkiler. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 457-463. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.748069>
- To Cite :** Düz M, Doğan YN, Doğan İ 2021. Investigation of the Relationship Between Somatic Cell Count and Milk Amyloid A, Electrical Conductivity and pH in Cow Milk. KSU J. Agric Nat 24 (2): 457-463. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.748069>

## GİRİŞ

Mastitis, süt sığırcılığında en sık görülen, süt verimini ve süt kalitesini olumsuz etkilediği için ekonomik kayba neden olan önemli bir meme hastalığıdır. Klinik mastitisin varlığının değerlendirilmesi oldukça kolaydır, oysa subklinik formun teşhisi daha zor olabilir ve laboratuvar tahlilleri gerektirir. Çiğ sütte kalitenin değerlendirilmesinde yararlanılabilecek en önemli ölçütlerin başında somatik hücre sayısı (SHS) gelmektedir (Harmon, 2001; Yavuz ve Kaygısız 2015). Somatik hücreler kanda sürekli dolaşır, memede hasar veya enfeksiyon oluştuğunda vücut enfekte veya yaralı bölgeye lökositleri yüksek oranda gönderir. Lökosit sayıları patojen mikroorganizma saldırısında cevap olarak belirgin bir şekilde artar ve akut mastitis durumlarında her mL başına milyon sayıda konsantrasyona ulaşabilir. Bu yüzden yüksek SHS mastitis belirtisi olabilir (Anitaş ve ark. 2017). Subklinik mastitisin tespitinde SHS'nin belirlenmesi en etkili ve çabuk yöntem olarak kabul edilmektedir. Avrupa Birliği (AB) süt hijyeni yönetmeliğine göre çiğ sütün insan gıdası olarak kullanımı için 400 bin somatik hücre mL<sup>-1</sup> ve/veya 100 bin bakteri mL<sup>-1</sup>'den yüksek olmaması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 1992; Berglund ve ark., 2004). Türk Gıda Kodeksi Çiğ ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'nde ise çiğ inek sütlerinde SHS'nin ≤ 500 bin hücre mL<sup>-1</sup> olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2018). Normal bir sütte SHS genellikle mL'de 200 bin hücrenin altındadır (Caraviello, 2004). SHS'nin mL'de 250-300 bin hücrenin üzerinde olması genellikle mastitis göstergesi olabilir (Rice ve Bodman, 1997; Kirk, 2005; Doğan ve ark. 2020). Kaygısız ve Karnak (2012) sürülerde ortalama SHS düzeyinin yasal üst sınırın altında olmasına rağmen bireysel SHS değerlerine göre sürüde SHS>200 bin hücre mL<sup>-1</sup> olan ineklerde meme içi enfeksiyonun önemli düzeyde arttığını tespit etmişlerdir.

Akut faz proteinleri enfeksiyon ve stres sırasında vücutta salgılanan bir grup proteindir. Süt amiloid A (SAA) ise temel akut faz proteinlerinden biri olup enfeksiyon sırasında süte geçmektedir (Whelehan ve ark., 2011; Ceciliani ve ark., 2012). *Escherichia coli* ile oluşturulan araştırmalarda mastitislerde Serum Amiloid A ve SAA seviyeleri oldukça yüksek bulunmuş ve mastitis olgularında SAA düzeyinin güvenilir bir parametre olduğu belirtilmiştir. Deneysel mastitis vakalarında SAA sağlıklı sütte belirlenmemiştir. Mastitisli sütte ise SAA miktarının (etkenin verilmesinden 12 saat sonraya kadar), kan serumundaki miktarından (12 ile 24 saat sonrasına

kadar) daha önce arttığı bildirilmiştir (Jacopsen ve ark., 2003). SAA'nın hem subklinik mastitis (Eckersall ve ark., 2006; Gerardi ve ark., 2009) hem de klinik mastitis için güvenilir bir belirteç olduğu kanıtlanmıştır (Molenaar ve ark., 2009; Kovac ve ark., 2011; Pyörälä ve ark., 2011).

Mastitisin teşhisinde kullanılan diğer yöntem de elektriksel iletkenliktir. Sütteki elektriksel iletkenlik, sütün yapısında bulunan kalsiyum, sodyum, laktoz gibi elektrolitlerin yapısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Timurkan, 2014). Normal bir sütün el cihazları ile ölçülen elektriksel iletkenlik 25 °C 'de 4-5.5 mS cm<sup>-1</sup> aralığındadır. Eİ ölçümünün esasını mastitisli sütlerdeki iyon konsantrasyonundaki değişimleri belirlemektedir. Mastitisten kaynaklı meme dokusundaki tahribata bağlı olarak sütte laktoz ve K<sup>+</sup> konsantrasyonu azalmakta, Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonu konsantrasyonlarında ise artış olmaktadır. Bu ise sütün elektriksel iletkenliğini artırmaktadır (Wong, 1988).

Süt pH değerinin nötr'e yakın olması asitliğin makul düzeyde olduğunun belirtisidir ve taze sütler zaman geçtikçe bakteriyel bozulmaya maruz kalarak 6.6-6.8 olması gereken normal pH değeri düşmeye başlar (Diler ve Baran, 2014). Sütün pH düşüşü/artışı veya yüksek sıcaklıklar proteinlerin pıhtılaşmasına sebep olur (Homan ve Wattiaux, 2009). Sütte pH değerinin artmasının başlıca sebepleri ise nötralize edici madde ilavesi, mastitis, şap vb. hastalıklara bağlı sütün yapısında meydana gelen değişimlerdir (Metin, 2003).

Bu çalışma Afyonkarahisar ilinde Holstein ve Simental ırkı ineklerden elde edilen sütlerde SHS'nin SAA, Eİ ve pH ile ilişkisinin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

## MATERYAL ve METOT

Afyon ilinde farklı kişilere ait beş farklı özel çiftlikten toplamda 50 adet inek sütü toplanmıştır. Holstein ve Simental ırkı inekler farklı laktasyon dönemlerinde olup yaşları 3-10 arasında ve benzer bakım ve beslenmeye tabi tutulan hayvanlardan seçilmiştir. Süt örnekleri her inekten meme lobu bazında sabah sağımı sonrası alınmış ve toplanmadan önce meme başları yıkanıp kağıt havlu ile kurutulmuştur. Meme başları %95'lik alkollü pamuk ile iyice dezenfekte edilmiştir. Örnek kaplarına süt alınmadan önce ön sütler atılmış ve süt örnekleri, steril plastik tüpler içinde toplanmıştır.



### Somatik Hücre Sayımı

Metilen mavisi, %95'lik etil alkol, asetonitril, glasiyel asetik asit karışımı hazırlanmış ve Uluslararası Sütçülük Federasyonunun metoduna göre sayım yapılmıştır (Anonim, 1981; Özenç ve ark., 2008).

### Elektriksel İletkenlik Ölçümü ve pH Analizi

Kondüktometreler, elektrotlar vasıtasıyla içerisine daldırılan sıvının içerdiği anyon ve katyonların elektriği iletme kabiliyetlerinden faydalanılarak iletkenlik derecesinin ölçülmesi prensibine göre çalışır. Ölçüm öncesi cihazın kalibre edilmesi için hazırlanan potasyum klorür çözeltilerinin elektriksel iletkenlikleri ölçülür. Sonra cihazın probu ve termometresi numuneye daldırılır, bir-iki tur çevrilir ve cihazın gösterdiği değer sabitleştikten sonra okuma yapılır. İletkenlik ölçümleri için çiğ sütler falkon tüplere alınarak hücre sabiti  $k = 0,341 \text{ 1/cm}$  kabul edilen WTW marka (Cond 330i/SET) portatif bir kondüktometre ile ölçülerek sonuçlar  $\text{mS cm}^{-1}$  olarak verilmiştir (Göncü ve Yeşil, 2018). pH değeri, oda sıcaklığında portatif bir pH metre (InolaLWTW series pH 720) ile belirlenmiştir. Cihaz probu sütle dolu örnek tüpüne daldırılarak ve ekranda stabilite göstergesi görüldüğünde kayıt yapılmıştır (Göncü ve Yeşil, 2018).

### Süt Amiloid A Analizi

Süt örneklerinde SAA konsantrasyonları ticari kit (Tridelta Development, Maynooth, Ireland) kullanarak belirlenmiştir. SAA kiti bir solid faz ELISA kitidir. SAA için spesifik monoklonal antikolar kuyucuklara kaplanmıştır. Süt örnekleri ve bilinen miktarda SAA içeren standartlar kuyucuklara eklenir. Kuyucuktaki SAA, playtte kaplı immobilize antikor tarafından yakalanır. Bir adımlık bir prosedür ile konjugat antikor ile işaretlenir. Bağlanmamış materyalin uzaklaştırılması için yıkama işlemi yapılır ve Streptavidin- Horse Radish Peroxidaz (Streptavidin HRP) konjugatı eklenir ve inkübe edilir. İkinci inkübasyonu takiben TMB substrat eklenir. Oluşan rengin yoğunluğu, orijinal numunede bulunan SAA konsantrasyonu ile orantılıdır. Optik yoğunluklar otomatik pleyt okuyucuda (Model ELx 800; Bio-tek Inc, Winooski VT, USA) 450 nm'de okunmuştur. SAA konsantrasyonları, üretici tarafından sağlanan referanslar kullanılarak standart bir eğriye dayanılarak hesaplanmıştır. Süt örnekleri 1:50 oranında seyreltilerek iki kez ölçüm yapılmıştır. Örneklerin konsantrasyonları, uygun dilüsyon faktörü ile çarpılarak  $\text{ug mL}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Süt numuneleri için çalışma aralığı 0.438 - 7.5  $\text{ug mL}^{-1}$  ve testin duyarlılığı 0.10  $\text{ug mL}^{-1}$  dir

### İstatistiksel Analiz

Toplanan inek sütlerinde SHS düzeyi 200 bin hücre

$\text{mL}^{-1}$  altında olan Grup I (GI) ve 200-400 bin hücre  $\text{mL}^{-1}$  arasında olanlar Grup II (GII) ve 400 bin hücre  $\text{mL}^{-1}$  üstünde olanlar ise Grup III (GIII) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Çalışmadan elde edilen SAA, pH, Eİ, SHS değerlerinin Shapiro Wilk testi sonucunda normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). SAA, pH ve iletkenlik değerlerinin SHS değişkenine göre oluşturulan gruplara ilişkin istatistiksel olarak farklılığının değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis analizinden yararlanılmıştır. Kruskal-Wallis analizi sonucunda gruplar arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan post hoc testlerinden Dunn testi kullanılmıştır. Ayrıca değişkenlerin birbiri ile ilişkisinin analizi Spearman korelasyon analizi ile gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler için SPSS 22.0 paket programı kullanılarak  $p < 0.05$  anlamlılık seviyesi seçilmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, süt örneklerinde SHS, SAA düzeyleri, Eİ ve pH değerleri ölçülmüştür. Sağlıklı sütte SAA 0.6  $\text{mg L}^{-1}$  düzeyinde seyrederek (Kumar ve ark. 2014). SAA'nın hem bireysel ineklerde hem de sürü düzeyinde meme sağlığının doğru ve güvenilir bir ölçüsü olduğunu ve mastitisli ineklerde yüksek SAA seviyeleri bildirilmiştir (Petersen ve ark., 2004; Berry ve ark., 2005; Kováč ve ark., 2011; Kovačević-Filipović ve ark., 2012; Safi ve ark. 2009). Bu çalışmada, GIII'ün SAA konsantrasyonu, GII'nin değerlerinden neredeyse (sırasıyla 3.88 ve 2.03  $\text{ug mL}^{-1}$ ). %50 daha fazladır. Berry ve ark. (2005) sağlıklı ineklerin sütündeki SAA konsantrasyonunun düşük olduğunu ve bu değerlerin 500  $\text{ng mL}^{-1}$ 'ye yükselmesinin meme bezindeki bağışıklık yanıtının bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. *Staphylococcus aerous* ile deneysel oluşturulan kronik mastitis olgularında sütteki SAA seviyelerinde artış sürekli tespit edilirken, kronik subklinik mastitis süresince yalnız SAA seviyesinde artış gözlenmiştir (Grönlund ve ark. 2003). Jaeger ve ark. (2017) çözülmüş süt numunelerinde *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *streptococci* kaynaklı mastitisi tespit etmek için SAA-ELISA değerini 3.9  $\text{ug mL}^{-1}$  ve majör patojenler artı olarak *Corynebacterium bovis*, *koagülaz negatif stafilkoklar*, *Bacillus spp.*, *Streptomyces spp.* kaynaklı mastitis tespit etmek için 1.6  $\text{ug mL}^{-1}$  eşik değerlerini önermektedir. Başka bir çalışmada, SAA için en iyi eşiğin 13.43  $\text{ug mL}^{-1}$  olduğunu ve bu değerinin klinik mastitis tespitinde altın standart olarak % 100 duyarlılık ve % 100 özgüllük ile sonuçlandığı bildirilmiştir (Haghkhan ve ark. 2010). Bu çalışmada 50 inekten alınan süt örneklerinde SAA seviyeleri ortalama olarak 3.04  $\pm 2.23 \text{ ug mL}^{-1}$  tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar göz önüne alındığında SAA değerlerinin literatürde belirtilen sağlıklı süt SAA değerlerine göre yüksek çıktığı tespit edilmiştir. SAA seviyesindeki artış genellikle sütte SHS'deki artışla ilişkilidir (Petersen

ve ark., 2004; Suojala ve ark., 2008; Gerardi ve ark., 2009; Bochniarz ve ark. 2017) Çalışmada SHS gruplarına göre SAA değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 1). Bu çalışmada, akut faz proteini olan SAA'nın sütteki konsantrasyonları, artan SHS ile önemli ölçüde artmıştır. Bu sebeple artan bu değer hastalığıdaki şiddetin bir göstergesi olarak değerli

olabileceğini söyleyebiliriz. SAA ile SHS arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde, orta derecede bir ilişki olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ;  $r=0.557$ ) (Çizelge 2). SHS ve SAA arasındaki orta derecede korelasyon, meme enfeksiyonunun uzunluğu veya ciddiyetindeki farklılıklara bağlanabilir (Nielsen ve ark. 2004; Bochniarz ve ark., 2017).

Çizelge 1. SHS gruplarına göre SAA, pH ve Eİ değerleri

Table 1. MAA, pH and EC values according to SCC groups

Değişkenler (Variables)	N	Medyan (Q1-Q3)(IQR) (Median)	p
SAA (MAA)			
≤200000	21	2.03 (0.53-3.25)(2.72) <sup>a</sup>	0.004*
200000-400000	7	2.31 (1.40-3.16)(1.76) <sup>ab</sup>	
>400000	22	3.88 (2.55-6.52)(3.97) <sup>b</sup>	
pH			0.747
≤200000	21	6.77 (6.73-6.80)(0.07)	
200000-400000	7	6.76 (6.70-6.88)(0.18)	
>400000	22	6.77 (6.72-6.92)(0.20)	
Eİ (EC)			0.119
≤200000	20	3.73 (3.41-3.90)(0.49)	
200000-400000	6	3.55 (3.46-4.00)(0.54)	
>400000	22	3.99 (3.46-4.29)(0.83)	

\* $p<0.05$ ; IQR: Inter Quantile Range; a, b: Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı temsil etmektedir. Somatik hücre sayısı: SHS; Süt amiloid A: SAA; Elektriksel iletkenliği: Eİ

Sütün pH değeri ürün işleme teknolojisi açısından oldukça önemlidir (Tekinşen ve ark. 2002). Sütte pH değerinin düşük olması asitliğin yüksek olmasının bir göstergesi olup, pH değerinin nötr'e yakın olması asitliğin ideal düzeyde olduğunun belirtisidir (Diler ve Baran, 2014). Bu çalışmada pH değerleri GI'de 6.77 GII'de 6.76 ve GIII'de 6.77 olarak belirlenmiştir. SHS gruplarına göre pH değerlerinin istatistiksel olarak

anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Birçok çalışmada iyi kaliteli sütlerde pH'nın 6.5-6.8 arasına bulunduğu bildirilmiştir (Metin, 2003; Raynal-Ljutovac ve ark., 2007; Homan ve Wattiaux, 2009). Bu çalışmada belirlenen pH değeri bazı çalışma sonuçlarından yüksek (Gayretli, 2013; Diler ve Baran, 2014; Tuncer, 2015) Ceylan ve ark., 2013 ile benzer bulunmuştur.

Çizelge 2. SAA, pH ve Eİ değerlerinin SHS ile ilişkisi

Table 2. Relationship of MAA, pH and EC values with SCC

		SAA (MAA)	pH	Eİ (EC)	SHS (SCC)
SAA (MAA)	r	1.000	.083	.313	.557
	p	.	.565	.030*	.000**
	N	50	50	48	50
pH	r	.083	1.000	.287	.179
	p	.565	.	.048*	.214
	N	50	50	48	50
Eİ (EC)	r	.313	.287	1.000	.292
	p	.030*	.048*	.	.044*
	N	48	48	48	48
SHS (hücre mL <sup>-1</sup> ) SCC (cells mL <sup>-1</sup> )	r	.557	.179	.292	1.000
	p	.000**	.214	.044*	.
	N	50	50	48	50

\* $p<0.05$ ; \*\* $p<0.001$ ; N: Numune sayısı; r: Spearman korelasyon katsayısı Somatik hücre sayısı: SHS; Süt amiloid A: SAA; Elektriksel iletkenliği: Eİ

Mastitisin teşhisi amacıyla sütün elektriksel (Eİ) kullanımı, SHS yönteminden daha kolay, yüksek güvenilirliğe sahip olması ve mastitisle arasında orta-yüksek ilişki bulunması nedeniyle diğer tanı yöntemleri ile birleştirilmesinin yararlı olacağı bildirilmiştir (Baştan ve ark., 1997; Atasever ve Erdem, 2008)

Sağlıklı ineklere ait sütlerin 25 °C'deki Eİ değerleri 4-5.5 mS cm<sup>-1</sup> olarak bildirilirken uluslararası standartlara göre 5.6 mS/cm 'den büyük değerlerin mastitis şüpheli olarak kabul edildiği, örneğin *Staph. aureus* enfeksiyonunda 7.1-7.5 mS cm<sup>-1</sup> tespit edilmesi 6.0 mS cm<sup>-1</sup>'nin üzerindeki değerlerin meme bezlerinde patolojik oluşumlardan kaynaklanabileceğini

düşündürmektedir (Nielen ve ark., 1992; Baştan ve ark. 1997; Špauskas ve ark., 2006). Tuncer (2015) dört ilde bulunan 22 adet süt toplama tankından alınan süt örneklerinin ortalama EI değeri  $2.90 \pm 0.007$  olarak belirlenmiştir. Çalışmada EI değerleri ortalama  $3.85 \pm 0.65$  mS  $\text{cm}^{-1}$  tespit edilmiştir. SHS gruplarında EI anlamlı farklılık göstermese de, EI ile SHS arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde, düşük derece bir ilişki olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ;  $r = 0.292$ ) (Tablo 2). EI ölçümü mastitis tanısı için SHS gibi masraf ve daha çok iş yükü getiren bir analizden daha ekonomik olsada EI'ni etkileyen birçok faktör söz konusudur. Bu faktörler (sütün bileşimi, miktarı, ısı, hayvanın ırkı, mevsim, mikrobiyal flora, laktasyon sayısı, laktasyon dönemi, meme lobu, sağım sıklığı, günlük değişimler, kızgınlık, hastalıklar, beslenme düzeyi) (Nielen ve ark., 1992; Baştan ve ark. 1997; Norberg, 2005; Špauskas ve ark., 2006) düşünülürse çiğ inek sütünde EI çalışmalarının artması gerekmektedir. Bu açıdan süt EI'ne göre yapılan değerlendirmelerde bu faktörlerinde göz önünde bulundurulması ve diğer tanı yöntemleri ile birleştirilmesinde faydalı olacağı kanısına varılmıştır

## SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları, SAA'nın süt kalitesinin ve ayrıca subklinik mastitin tanımlanmasında doğru, duyarlı ve spesifik bir belirteç olarak yüksek önemi sebebiyle sütte SAA ölçümlerinin, hayvan sağlığı açısından inek çiğ sütünün hızlı takibi için yararlı olabileceği 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.

## KAYNAKÇA

Anitaş Ö, Göncü S, Koluman N 2017. Süt Keçiciliğinde Somatik Hücre Sayısının Önemi ve Süt Kalitesine Etkisi. *Çukurova J Agric Food Sci* 32(1): 35-42.  
Anonim 1992. Council Directive 92/46/EEC of 16 June 1992 Laying Down The Health Rules for The Production and Placing on The Market of Raw Milk, Heat-Treated Milk and Milk-Based Products. [http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/mr/mr03\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/mr/mr03_en.pdf).  
Anonim 2018. <http://www.gidateknolojisi.com.tr/haber/2012/12/cig-sut-aliminda-ph-olcumu> [Erişim Tarihi:18.10.2018].  
Anonim 1981. International Dairy Federation, Laboratory Methods For Use in Mastitis Work. International Dairy Federation Document No: 132. Brussels, Belgium.

Atasever S, Erdem H 2008. Süt Sığırlarında Mastitis ile Sütün Elektriksel İletkenliği Arasındaki İlişkiler. *J of Fac of Agric OMU* 23(2):131-136.  
Baştan A, Kaymaz M, Fındık M, Erüenal N 1997. İneklerde Subklinik Mastitislerin Elektriksel İletkenlik, Somatik Hücre Sayısı ve California Mastitis Test ile Saptanması. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fak Derg* 44:1-6.  
Berglund I, Pettersson G, Östensson K, Svennersten-Sjaunja K 2004. Frequency Of Individual Udder Quarters with Elevated CMT in Cow's Milk Samples with Low Somatic Cell Count. *Vet Rec* 155:213.  
Berry EA, Hillerton JE, Torgerson P 2005. Use Of Acute Phase Proteins in Bovine Milk. Pages 25–30 in Proc. British Mastitis Conference, Warwickshire, United Kingdom.  
Bochniarz M, Zdzisińska B, Wawron W, Szczubiał M, Dąbrowski R 2017. Milk and Serum IL-4, IL-6, IL-10, and Amyloid A Concentrations in Cows with Subclinical Mastitis Caused by Coagulase-Negative Staphylococci. *J Dairy Sci* 100(12):9674-9680.  
Caraviello DZ 2004. Selection for Clinical Mastitis and Somatic Cell Count. The Babcock Institute University of Wisconsin. Dairy Updates. Reproduction and Genetics No: 613. [http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/document/s/productdownload/du\\_613\\_en\\_.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/document/s/productdownload/du_613_en_.pdf)  
Cecilianı F, Ceron JJ, Eckersall PD, Sauerwein H 2012. Acute Phase Proteins in Ruminants. *J Proteomics* 75: 4207-4231.  
Ceylan B, Çimen M, Bakır K, Oduncu İ 2013. Farklı Mevsimlerden Elde Edilen İnek Sütlerinde pH Seviyelerinin Peynir Standartlarına Uygunluklarının Belirlenmesi. *Bilim ve Gençlik Dergisi* 1(1): 7-12.  
Diler A, Baran A, 2014. Erzurum'un Hıms İlçesi Çevresindeki Küçük Ölçekli İşletme Tank Sütlerinden Alınan Çiğ Süt Örneklerinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Alınteri* 26 (B): 18-24.  
Doğan YN, Düz M, Doğan İ, Gürler Z 2020. Manda Sütlerindeki Somatik Hücre Sayısının Bazı Patojenler, Biyokimyasal Parametreler ve Süt Amiloid A ile İlişkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 23 (51): 379-1385  
Eckersall PD, Young FJ, Nolan AM, Knight CH, McComb C, Waterston M M, Hogarth CJ, Scott EM, Fitzpatrick JL 2006. Acute Phase Proteins in Bovine Milk in An Experimental Model of Staphylococcus Aureus Subclinical Mastitis. *J Dairy Sci* 89:1488–1501.  
Ferrero FJ, Grillo G, Pérez MA, Antón JC, Campo JC 2002. Design of A Low Cost Mastitis Detector in Cows by Measuring Electrical Conductivity of Milk. *IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference*. 21-23 Anchorage, AK.,USA.



- Gerardi G, Bernardini D, Elia CA, Ferrari V, Iob L, Segato S 2009. Use of Serum Amyloid A and Milk Amyloid A in The Diagnosis of Subclinical Mastitis in Dairy Cows. *J Dairy Res* 76:411–417.
- Göncü S, Yeşil Mİ 2018. Relationship Between Some Traits Used as Mastitis Indicators in Holstein Cows milk 10th International Animal Science Conference 1:5-10.
- Grönlund U, Waller KP, Sandgren CH 2003. Are Milk Haptoglobin and Serum Amyloid A Indicators of Sub-Clinical Mastitis. Fourth European Colloquim on Acute Phase Proteins, Segova, Spain.
- Haghkhah M, Nazifi S, Ghaderian Jahromi A 2010. Evaluation of Milk Haptoglobin And Amyloid A in High Producing Dairy Cattle with Clinical and Subclinical Mastitis in Shiraz. *Comp Clin Pathol* 19:547–552
- Harmon RJ 2001. Somatic Cell Counts: A Primer. 40th Annual Meeting, National Mastitis Council, Reno, NV. USA, pp: 3-9.
- Homan EJ, Wattiaux MA 2009. Laktasyon ve Sağım (Editör: Önal AG, Musal B) Bobcock Uluslararası Süt Sığırcılığı Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü, Wisconsin Üniversitesi Medison, Wisconsin, ABD.
- Jaeger S, Virchow F, Torgerson PR, Bischoff M, Biner B, Hartnack S, Rüegg SR 2017. Test Characteristics of Milk Amyloid A ELISA, Somatic Cell Count, and Bacteriological Culture for Detection of Intramammary Pathogens That Cause Subclinical Mastitis. *J Dairy Sci* 100(9):7419-7426.
- Kaygısız A, Karnak İ 2012. Kahramanmaraş'ta Süt Sığırı İşlemelerinden Toplanan Çiğ Süt Örneklerinin Somatik Hücre Sayısının AB Normları ve Subklinik Mastitis Bakımından Değerlendirilmesi. *KSÜ Doga Bilimleri Derg* 15(3): 9 – 15.
- Kirk JH 2005. The Effect of Poor Quality Raw Milk on Finished Products. Extension Veterinarian School of Veterinary Medicine University of California Davis Tulare, CA. [http:// cesacramento.ucdavis.edu.Dairy/main.pdf](http://cesacramento.ucdavis.edu/Dairy/main.pdf) [Erişim: 05.2005]
- Kovac G, Tothova C, Nagy O, Seidel H 2011. Milk Amyloid A and Selected Serum Proteins in Cows Suffering From Mastitis. *Acta Vet Brno* 80: 3–9.
- Kovačević-Filipović M, Ilić V, Vujčić Z, Dojnov B, Stevanov-Pavlović M, Mijačević Z, Božić T 2012. Serum Amyloid A Isoforms in Serum and Milk From Cows with Staphylococcus Aureus Subclinical Mastitis. *Vet Immunol Immunop.* 145(1-2):120-8.
- Kumar P, Sharma A, Sindhu N, Deora A 2014. Acute Phase Proteins as Indicators of Inflammation in Streptococcal and Staphylococcal Mastitis in Buffaloes. *Haryana Vet* 53: 46-49.
- Metin M 2003. Süt Teknolojisi, Sütün Bileşimi ve İşlenmesi, 3. Baskı. E.Ü. Müh Fakültesi Yayınları İzmir.
- Molenaar AJ, Harris DP, Rajan GH, Pearson ML, Callaghan MR, Sommer L, Farr VC, Oden KE, Miles MC, Petrova, RS, Good LL, Singh K, McLaren RD, Prosser CG, Kim KS, Wieliczko RJ, Dines MH, Johannessen KM, Grigor MR, Davis SR, Stelwagen K 2009. The Acute-Phase Protein Serum Amyloid A3 Is Expressed in the Bovine Mammary Gland and Plays A Role in Host Defence. *Biomarkers* 14:26–37.
- Nielen M, Deluyker H, Schukken YH, Brand A 1992. Electrical Conductivity of Milk: Measurement, Modifiers, and Meta Analysis of Mastitis Detection Performance. *J Dairy Sci* 75: 606-614.
- Nielsen BH, Jacobsen S, Anderson P H, Niewold TA, Heegaard PM 2004. Acute Phase Protein Concentrations in Serum and Milk From Healthy Cows, Cows with Clinical Mastitis and Cows with Extramammary İnflammatory Conditions. *Vet Rec* 154:361–365.
- Norberg E 2005. Electrical Conductivity of Milk as A Phenotypic and Genetic Indicator of Bovine Mastitis: A review. *Livest Prod Sci* 96: 129-139.
- Özenç E, Vural MR, Şeker E, Uçar M 2008. An Evaluation of Subclinical Mastitis During Lactation in Anatolian Buffaloes. *Turk J Vet Anim Sci* 32: 359-368.
- Petersen HH, Nielsen JP, Heegaard PM 2004. Application of Acute Phase Protein Measurements in Veterinary Clinical Chemistry. *Vet Res* 35 (15099494): 163-187
- Pyörälä S, Hovinen M, Simojoki H, Fitzpatrick J, Eckersall P D, Orro T 2011. Acute Phase Proteins in Milk in Naturally Acquired Bovine Mastitis Caused by Different Pathogens. *Vet Rec* 168:535
- Raynal-Ljutovac K, Pirisi A, De Cremoux R, Gonzalo C 2007. Somatic Cells of Goat and Milk: Analytical, Sanitary, Productive and Technological Aspects, *Small Rumin.Res* 68:1, 126-144.
- Rice DN, Bodman GR 1997. The Somatic Cell Count and Milk Quality. <http://www.ianr.unl.edu/pubs/dairy/g506.htm>
- Safi S, Khoshvaghti A, Jafarzadeh SR, Bolourchi M, Nowrouzian I 2009. Acute Phase Proteins in the Diagnosis of Bovine Subclinical Mastitis. *Vet Clin Pathol* 38: 471-476.
- Špauskas V, Klimiene I, Matusevičius A 2006. A Comparison of Indirect Methods for Diagnosis of Subclinical Mastitis in Lactating Dairy Cows. *Vet Arhiv* 76 2 : 101- 109.
- Suojala LT Orro, H Järvinen, J Saatsi, and S Pyörälä 2008. Acute Phase Response in Two Consecutive Experimentally Induced E. Coli Intramammary İnfections in Dairy Cows. *Acta Vet Scand* 50:18–28.
- Tekinşen C, Atasever M, Keleş A, Tekinşen KK 2002. Süt, Yoğurt, Tereyağı, Peynir Üretim ve Kontrol, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Timurkan H 2014. İneklere California Mastitis Testi ve Sütün Elektrik İletkenliğinin Karşılaştırılması. *F Ü Sağlık Bil Dergisi* 28(3): 135-136.



- Tuncer K 2015. TR71 Bölgesindeki Süt Sığırları İşletmelerinden Toplanan Çiğ Sütlerin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir, s.64.
- Whelehan CJ, Meade KG, Eckersall PD, Young FJ, O'farrelly C 2011. Experimental Staphylococcus Aureus Infection of the Mammary Gland Induces Region-Specific Changes in Innate Immune Gene Expression. Vet Immunol Immunop 140: 181-189.
- Wong NP 1988. Physical Properties of Milk. Fundamentals of Dairy Chemistry. 3rd ed. N. P. Wong, ed. Van Nostrand Reinhold Co, New York, NY.409 P.
- Yavuz S, Kaygısız A 2015. Siyah Alaca Sığırlarda Bazı Meme ve Vücut Ölçüleri ile Somatik Hücre Sayıları Arasındaki İlişkiler. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 18: (3) 9-18.