



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 25 Sayı-Number 2 Yıl-Year: 2022



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGISİ

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

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

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

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

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

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

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

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



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### Sahibi/ Owner

Prof.Dr. Niyazi CAN  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörü

### Editörler / Editors

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

[Prof.Dr. İ. Ersin AKINCI](#)

KSÜ Ziraat Fak.  
Bahçe Bitkileri Böl.  
akinci.ie@ksu.edu.tr

[Prof.Dr. Adil AKYÜZ](#)

KSÜ Ziraat Fak.  
Biyosistem Müh. Böl.  
adilakyuz@ksu.edu.tr

[Prof.Dr. Sakine Serap AVGIN](#)

KSÜ Eğitim Fak.  
Biyoloji Böl.  
ssavgin@ksu.edu.tr

[Prof.Dr. İsmail AKYOL](#)

Ankara Üniv. Ziraat Fak.  
Zootečni Böl.  
ismail.akyol@ankara.edu.tr

[Prof.Dr. Kerim Mesut ÇİMRİN](#)

Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak.  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl.  
mcimrin@mku.edu.tr

### Alan Editörleri

**İngilizce Editörü/English Editor**

[Prof.Dr. Ramazan CETİNTAS](#)

KSÜ Ziraat Fak.  
Bitki Koruma Böl.  
cetintas@ksu.edu.tr

**İstatistik Editörü/Statistics Editor**

[Prof.Dr. Mustafa SAHİN](#)

KSÜ Ziraat Fak.  
Tarımsal Biyoteknoloji Böl.  
ms66@ksu.edu.tr

**Alan Editörü/Associate Editor**

[Doc.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 GHAVİ HOSEİN-ZADEH  
University of Guilan, Rasht, IRAN

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

### Ulusal Danışmanlar Kurulu (Advisory Board)

Doç.Dr. Tugay AYAŞAN  
Korkutata Üniversitesi OSMANİYE

Prof. Dr. Fikri BALTA  
Ordu Üniv. ORDU

Prof.Dr. Levent BAT  
Sinop Üniv. SİNOP

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

Prof. Dr. Mahfuz ELMASTAŞ  
Sağlık Bilimleri Üniv. İSTANBUL

Prof. Dr. İlhami GÜLÇİN  
Atatürk Üniv. ERZURUM

Prof.Dr. Rüştü HATİPOĞLU  
Çukurova Üniversitesi, ADANA

Prof.Dr. Murat KÜTÜK  
Gaziantep Üniv. GAZİANTEP

Prof. Dr. Ramazan MERAL  
Bingöl Üniv. BİNGÖL

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

Prof.Dr. Fatih SATIL  
Balıkesir Üniv. Balıkesir

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

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

Prof. Dr. İbrahim YILMAZ  
Akdeniz Üniv. ANTALYA

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





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### İÇİNDEKİLER

#### ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE

- Cytotoxic and Genotoxic Effects of Oxyfluorfen on The Somatic Cells of *Allium cepa*** 207-214  
*Allium cepa*'nın Somatik Hücreleri Üzerine Oxyfluorfen'in Sitotoksik ve Genotoksik Etkileri  
Cengiz KARAİSMAİLOĞLU
- Evaluation of The Effects of Pomegranate Juice on Hepato-Nephrotoxicity in Male Rats Exposed to Aluminum** 215-222  
Alüminyuma Maruz Kalmış Erkek Sıçanlarda Nar Suyunun Hepato-Nefrotoksisite Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi  
Harun ÇİFTÇİ Çiğdem ER ÇALIŞKAN Fatih KAR Ahmet ÖZKAYA Kenan GÜÇLÜ
- Düzce-Yığılca Bölgesine Ait Farklı Propolis Örneklerinin Oral Mikroorganizmalar Üzerindeki *In Vitro* Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi** 223-233  
Determination of *In Vitro* Antimicrobial Activities of Different Propolis Samples from Düzce-Yığılca Region against Oral Microorganisms  
Meral KEKEÇOĞLU Emine SÖNMEZ Pelin DORKAÇ Nazife EROGLU
- Aromatik Halkalı Bazı Fosfazenlerin *Saccharomyces cerevisiae* L. Kültüründe Biyokimyasal Aktivitelerinin Belirlenmesi** 234-242  
Determination of Biochemical Activities of Aromatic Cyclic Phosphatans in the Culture of *Saccharomyces cerevisiae* L.  
Ayşe Dilek ÖZŞAHİN Ayşe ERDOĞDU Oğuz Ayhan KİREÇCİ Ökkeş YILMAZ
- Bazı Yerel Üzüm Çeşitlerinde (*Vitis vinifera* L.) Stoma Özellikleri ile Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Arasındaki İlişkiler** 243-252  
Relationships Between Physical and Chemical Properties with Stoma Properties in Some Local Grape Varieties (*Vitis vinifera* L.)  
Tuncer ARSLAN Adnan DOĞAN Cüneyt UYAK Deniz Uğur GÜZEL
- Effect of Some Quince Rootstocks on Inflorescence Properties, Flowering and Fruit Set in Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.)** 253-257  
Bazı Ayva Anaçlarının Yenidünyada(*Eriobotrya Japonica* Lindl.) Salkım Özellikleri, Çiçeklenme ve Meyve Tutumu Üzerine Etkileri  
Atıla Aytekin POLAT Sibel AKKUŞ
- Bulb Induction on Madonna Lily Stems and Three Years Growing Performance of the Bulblets** 258-266  
Akzambak Bitki Gövdesinde Soğan Üretimi ve Yavru Soğanların Üç Yıllık Gelişim Performansı  
Dursun KURT Ömer ÇALIŞKAN Cüneyt ÇIRAK
- New Hosts and Spread Areas of Invasive Species *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) in Crop Plants in Turkey** 267-273  
Türkiye'de Kültür Bitkilerinde İstilacı Tür *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae)'ın Yeni Konukçuları ve Yayılma Alanları  
Gülten YAZICI
- Evaluation of Biofungicides in the Control against Powdery Mildew Disease [*Leveillula taurica* (Lev.) Arm.] in Pepper]** 274-281  
Biberde Külleme [*Leveillula taurica* (Lev.) Arm.] Hastalığına Karşı Mücadelede Biyofungisitlerin Değerlendirilmesi  
Şerife Evrim ARICI Ramazan ÖZKAYA



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Vertical distribution of Root Lesion Nematodes (*Pratylenchus thornei* (Sher et Allen) *Pratylenchus neglectus* (Rensch) Filipjev & Schuurmans Stekhoven (Tylenchida: Pratylenchidae)) and Stem and Bulb nematode *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) (Tylenchida: Anguinidae) on chickpea growing areas in Turkey 282-291  
Kök Lezyon Nematodlarının (*Pratylenchus thornei* (Sher et Allen) *Pratylenchus neglectus* (Rensch) Filipjev & Schuurmans Stekhoven (Tylenchida: Pratylenchidae) ve Soğan-sak nematodu *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) (Tylenchida) 'nın nohut yetiştirme alanlarında dikey dağılımı  
Tohid BEHMAND Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR İbrahim ELEKCİOĞLU
- Contributions of the Cicadellidae (Hemiptera: Cicadomorpha) fauna of Sinop and Black Sea Region of Turkey 292-296  
Sinop ili ve Karadeniz Bölgesi (Türkiye) Cicadellidae (Hemiptera: Cicadomorpha) Faunasına Katkılar  
Rukiye TANYERİ Ünal ZEYBEKOĞLU
- Cytogenetic Analysis of *Alburnus escherichii* (Teleostei: Leuciscidae) in Turkey 297-304  
Türkiye'deki *Alburnus escherichii*'nin (Teleostei: Leuciscidae) Sitogenetik Analizi  
Zafer ALPASLAN Atilla ARSLAN
- Investigation of Morphological Characteristics of Pubic lice (*Pthirus pubis*, Linnaeus, 1758) 305-311  
Kasık Bitlerinin Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi (*Pthirus pubis*, Linnaeus, 1758)  
Ekrem KİREÇÇİ
- An Ethnobotanical Field Survey in the Kadınhamı District of Konya in Turkey 312-336  
Türkiye'de Konya İli Kadınhamı İlçesi'nde Bir Etnobotanik Alan Çalışması  
Yavuz BAĞCI
- Serada Yetiştirilen Hıyarın Yarı İslatmalı Sulama ve Geleneksel Kısımlı Sulamaya Tepkisi 337-347  
Response of Greenhouse Grown Cucumber to Partial Root Zone Drying and Conventional Deficit Irrigation  
Harun KAMAN Ömer ÖZBEK Ersin POLAT
- Noise Exposure in Olive Harvest Mechanization 348-356  
Zeytin Hasadı Mekanizasyonunda Gürültü Maruziyeti  
Seçil ÖZKUL Sarp Korkut SÜMER
- Geleneksel Yöntem ve Direkt Fermantasyon ile Üretilen Maraş Tarhanalarında Biyoaktif Peptitlerin Belirlenmesi 357-366  
Determination of Bioactive Peptides in Maras Tarhana Produced by Traditional Method and Direct Fermentation  
Doğanay YÜKSEL Ahmet Levent İNANÇ
- Melissa officinalis* L. Ekstraktının Dondurma Üretiminde Kullanımı Üzerine Bir Araştırma 367-373  
A Study on Possible Use of *Melissa officinalis* L. Extract in the Production of Ice Cream  
Mesut ÇINAR Şerafettin ÇELİK
- Effects of Gytija Applications on Some Chemical Properties of Acidic Soils 374-379  
Gıda Uygulamasının Asit Karakterli Toprakların Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi  
Kadir SALTALI Zekeriya KARA
- CHAID Algoritması ile Üyelerin Tarımsal Örgütlerin Genel Kurul Toplantısına Katılımını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Iğdır İli Örneği 380-391  
Determination of Factors Affecting Participation of The Members in The General Assembly Meeting of Agricultural Organizations Using CHAID Algorithm: Iğdir Province Example  
Bakiye KILIÇ TOPUZ Ecevit EYDURAN Yakup Erdal ERTÜRK Mehmet BOZOĞLU



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Impact of Contract Farming on Beef Cattle Farmers' Income: A Propensity Score Matching Analysis** 392-399  
Sözleşmeli Üretimin Besi Sığırı Üreticilerinin Geliri Üzerine Etkisi: Eğilim Skoru Eşleştirme Yöntemi  
Hasan Burak AĞIR Cuma AKBAY
- Feed Quality of New Sudan Grass Varieties** 400-405  
Sudan Otunun Potansiyel Besleme Değerine Çeşidin Etkisi  
Sergey KAPUSTİN Alexander VOLODİN Andrey KAPUSTİN Nikolay SAMOKISH
- Comparison of The Growth Characteristics of Alpine X Damascus Crossbred and Damascus Kids** 406-414  
Alpin X Şam Keçisi Melezi ile Şam Keçisi Oğlaklarının Büyüme Özelliklerinin Karşılaştırılması  
Gizem MUTLUKOCA Mahmut KESKİN
- Tatlı Sorgumda (Sorghum bicolor var. saccharatum (L.) Mohlenbr.) Yakın Kızılötesi Yansıma Spektroskopisi ile Yem Kalitesinin Belirlenmesi** 415-422  
Determination of Forage Quality by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy in Sweet Sorghum (Sorghum bicolor var. saccharatum (L.) Mohlenbr.)  
Aylin OLUK Hatice YÜCEL İlker İNAL Feyza BİLGİN Ertan YAZGAN Ugur SERBESTER

### *KISA NOT (SHORT COMMUNICATION)*

- Length-Length, Length-Weight Relationships and Condition Factors of Some Anatolian Oxynoemacheilus seyhanensis (Bănărescu, 1968) Populations** 423-429  
Anadolu'nun Bazı Oxynoemacheilus seyhanensis (Bănărescu, 1968) Popülasyonlarında Boy-Boy, Boy-Ağırlık İlişkileri ve Kondisyon Faktörü  
Burak SEÇER Atta MOULUDİ-SALEH Soheil EAGDERİ Erdogan ÇİÇEK Sevil SUNGUR



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### HAKEMLER/Referees\*

Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Besleme Böl. Tekirdağ
Prof. Dr. Bekir Erol AK	Harran Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Şanlıurfa
Prof. Dr. Hasan AKAN	Harran Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Şanlıurfa
Prof. Dr. Ömer AKBULUT	Giresun Üniv. Fen Bilimleri Enst. Biyosüreç Mühendisliği Anabilim Dalı Giresun
Prof. Dr. Duried ALWAZEER	Iğdır Univ. Faculty of Health Sciences, Dept. of Nutrition and Dietetics, Iğdır
Doç. Dr. Ayla ARSLANER	Bayburt Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Bayburt
Doç. Dr. Tugay AYASAN	Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadiri Uygulamalı Bilimler Fak. Osmaniye
Prof. Dr. Özlem Makbule KAYA	Hatay Mustafa Kemal Üniv. Tayfur Ata Sökmen Tıp Fak. Temel Tıp Bil. Böl. Hatay
Dr. Öğr. Üyesi Yeşim AYTOP	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Pazarcık MYO Kahramanmaraş
Dr. Öğr. Üyesi Nazan BALBABA	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Türkoğlu MYO Kahramanmaraş
Doç. Dr. Seda BALKAN	Kırklareli Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Kırklareli
Dr. Öğr. Üyesi İlkay BARITCI	Dicle Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Diyarbakır
Prof. Dr. Hüseyin BAŞPINAR	Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Aydın
Prof. Dr. Hacı Halil BIYIK	Aydın Adnan Menderes Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Aydın
Prof. Dr. Abdulbaki BİLGİÇ	Bilecik Şeyh Edebali Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Bilecik
Doç. Dr. Hatice BİLİR EKBIÇ	Ordu Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Ordu
Prof. Dr. Derya BOSTANCI	Ordu Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Ordu
Prof. Dr. Ayhan CEYHAN	Niğde Ömer Halisdemir Üniv. Bor MYO Veterinerlik Böl. Bor-Niğde
Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin CÖMERTPAY	KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş
Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin CÖMERTPAY	KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş
Dr. Öğr. Üyesi Özer ÇALIŞ	Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Antalya
Doç. Dr. Tülay AŞKIN ÇELİK	Aydın Adnan Menderes Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Aydın
Prof. Dr. Salih ÇETİNER	Çukurova Üniv. Abdi Sütçü Sağlık Hizmetleri MYO Adana
Prof. Dr. Osman ÇETİNKAYA	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Isparta
Dr. Öğr. Üyesi Neslihan DEMİR	Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Çanakkale
Prof. Dr. Sibel DERViŞ	Mardin Artuklu Üniv. Kızıltepe MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Mardin
Prof. Dr. Zübeyir DEVRAN	Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Antalya
Dr. Öğr. Üyesi Mümin DİZMAN	Sakarya Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Kimya Böl. Sakarya
Doç. Dr. Süleyman DOĞU	Necmettin Erbakan Üniv. Meram MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Konya
Doç. Dr. İ. Ercan EKBIÇ	Ordu Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Ordu
Prof. Dr. Mahfuz ELMASTAŞ	Sağlık Bilimleri Üniv. Hamidiye Eczacılık Fak. Temel Eczacılık Bil. Böl. İstanbul
Prof. Dr. Oktay ERDOĞAN	Pamukkale Üniv. Uygulamalı Bilimler Fak. Organik Tarım İşletmeciliği Böl. Denizli
Doç. Dr. Ali Vaiz GARİPOĞLU	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Samsun
Dr. Öğr. Üyesi Osman GEDİK	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kahramanmaraş
Doç. Dr. Ayhan HORUZ	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Samsun

\* Soyada göre sıralanmıştır.





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Doç. Dr. Ahmet Levent İNANÇ  
Doç. Dr. Dilek İLHAN  
Prof. Dr. Ali KANDEMİR  
Dr. Öğr. Üyesi İlhami KARATAŞ  
Dr. Öğr. Üyesi Murat KARAVİN  
Dr. Öğr. Üyesi Hayrettin KARADÖL  
Dr. Öğr. Üyesi Sevgi ÜNAL KARAKUŞ  
Doç. Dr. Muradiye KARASU AYATA  
Prof. Dr. Osman KARKACIER  
Dr. Öğr. Üyesi Semiramis KARLIDAĞ  
Dr. Öğr. Üyesi Elife KAYA  
Prof. Dr. Yusuf KAYA  
Prof. Dr. Hüsniye KAYALAR  
Prof. Dr. Bilal KESKİN  
Prof. Dr. Ömer KILIÇ  
Prof. Dr. Ekrem KİREÇCİ  
Doç. Dr. Oğuz Ayhan KİREÇCİ  
Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ  
Prof. Dr. Mehmet KOYUNCU  
Doç. Dr. Özdal KÖKSAL  
Prof. Dr. Birhan KUNTER  
Prof. Dr. Ergül BELGE KURUTAS  
Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER  
Prof. Dr. Ayzin KÜDEN  
Prof. Dr. Kazım MAVİ  
Prof. Dr. Hikmet ORHAN  
Doç. Dr. Adem ÖZARSLANDAN  
Doç. Dr. Ebru İfakat ÖZCAN  
Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR  
Dr. Işıl ÖZDEMİR  
Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR  
Doç. Dr. Mehmet Metin ÖZGÜVEN  
Prof. Dr. Birol ÖZKALP  
Dr. Öğr. Üyesi Mücahit PAKSOY  
PhD Valiollah PALANGİ  
Prof. Dr. Savaş SARIOZKAN  
Dr. Saravanan V SATHASIVAMPILLAI  
Dr. Saravanan V SATHASIVAMPILLAI  
Dr. Öğr. Üyesi Serkan SAYGUN
- KSÜ Mühendislik-Mimarlık Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş  
Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Temel Bilimleri Böl. İzmir  
Erzincan Binali Yıldırım Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Erzincan  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Almus MYO Ormancılık Böl. Tokat  
Amasya Üniv. Suluova MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Amasya  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Müh.Böl. Kahramanmaraş  
Bartın Üniv. Fen Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Bartın  
Kırşehir Ahi Evran Üniv. Sağlık Bilimleri Fak. Beslenme ve Diyetetik Böl. Kırşehir  
Akdeniz Üniv. İktisadi Ve İdari Bilimler Fak. İktisat Böl. Antalya  
Malatya Turgut Özal Üniv. Akçadağ MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Malatya  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Teknik Bilimler MYO Kahramanmaraş  
Atatürk Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Erzurum  
Ege Üniv. Eczacılık Fak. Eczacılık Meslek Bilimleri Böl. İzmir  
Iğdır Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Iğdır  
Adıyaman Üniv. Eczacılık Fak. Eczacılık Meslek Bilimleri Böl. Adıyaman  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Tıp Fak. Kahramanmaraş  
Bitlis Eren Üniv. Hizan MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Bitlis  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kahramanmaraş  
Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Zootehni Böl. Bursa  
Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Ankara  
Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Ankara  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Tıp Fak. Kahramanmaraş  
Süleyman Demirel Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Isparta  
Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Adana  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Hatay  
Süleyman Demirel Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Isparta  
Mersin Üniv. Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu Mersin  
Munzur Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Temel Bilimleri Böl. Tunceli  
Akdeniz Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Antalya  
Plant Protection Central Research Institute, Yenimahalle, Ankara  
Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Erzurum  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Tokat  
Selçuk Üniv. College of Health Care Department of Medicinal Laboratory, Konya  
KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş  
Ataturk Univ. Agriculture Faculty Department of Animal Science Erzurum  
Erciyes Üniv. Veteriner Fak. Zootehni ve Hayvan Besleme Böl. Kayseri  
Knowledgelink Group, Inc., Waltham, MA 02451, USA  
Knowledgelink Group, Inc., Waltham, MA 02451, USA  
Ordu Üniv. Fatsa Deniz Bilimleri Fak. Balıkçılık Teknolojisi Müh. Böl. Ordu





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Prof. Dr. Selami SELVİ  
Prof. Dr. Hüseyin SÜZEK  
Prof. Dr. Hüseyin SÜZEK  
Prof. Dr. Ümran ŞAHAN  
Dr. Öğr. Üyesi Tuba ŞANLI  
Dr. Öğr. Üyesi Özhan ŞENOL  
Dr. Öğr. Üyesi Kasım TAKIM  
Prof. Dr. Mustafa TAN  
Doç. Dr. Cemil TÖLÜ  
Doç. Dr. İbrahim TURAN  
Prof. Dr. Özlem TURGAY  
Doç. Dr. Ali Beyhan UCAK  
Prof. Dr. Veli UYGUR  
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin UYSAL  
Prof. Dr. Yücel ÜNAL  
Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ  
Prof. Dr. Fikret YAŞAR  
Dr. Öğr. Üyesi Aysun YENER  
Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN  
Doç. Dr. Cengiz YILDIRIM  
Prof. Dr. Erol YILDIRIM  
Doç. Dr. Şenol YILDIZ  
Doç. Dr. Engin YILMAZ  
Prof. Dr. İbrahim YILMAZ  
Prof. Dr. Ünal ZEYBEKOĞLU

Balıkesir Üniv. Altınoluk MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Balıkesir  
Muğla Sıtkı Koçman Üniv. Sağlık Bilimleri Fak. Hemşirelik Böl. Muğla  
Muğla Sıtkı Koçman Üniv. Sağlık Bilimleri Fak. Hemşirelik Böl. Muğla  
Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Bursa  
Ankara Üniv. Ziraat Fak. Süt Teknolojisi Böl. Ankara  
Niğde Ömer Halisdemir Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoteknoloji Böl. Niğde  
Harran Üniv. Veteriner Fak. Temel Bilimler Böl. Şanlıurfa  
Trakya Üniv. Havsa MYO Park ve Bahçe Bitkileri Böl. Tekirdağ  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Çanakkale  
Sağlık Bilimleri Üniv. Gülhane Eczacılık Fak. Temel Eczacılık Bil. Böl. İstanbul  
KSÜ Mühendislik-Mimarlık Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş  
Siirt Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Siirt  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Bes. Böl. Isparta  
Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Antalya  
Aksaray Üniv. Veteriner Fak. Zootečni ve Hayvan Besleme Böl. Aksaray  
Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl. Adana  
Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Van  
Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Konya  
Ankara Üniv. Ziraat Fak. Süt Teknolojisi Böl. Ankara  
Amasya Üniv. Eğitim Fak. Temel Eğitim Böl. Amasya  
Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Erzurum  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniv. Ziraat Fak. Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yön. Böl. Bolu  
Bitlis Eren Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Kimya Böl. Bitlis  
Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Antalya  
Ondokuz Mayıs Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Samsun

## Cytotoxic and Genotoxic Effects of Oxyfluorfen on The Somatic Cells of *Allium cepa*

Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU<sup>1</sup>\*

<sup>1</sup>Siirt University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Siirt, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-6856-2742>

✉: [cengiz.karaismailoglu@siirt.edu.tr](mailto:cengiz.karaismailoglu@siirt.edu.tr)

### ABSTRACT

In this work, the cytotoxic and genotoxic influences of oxyfluorfen herbicide were surveyed by examining of mitotic index, mitotic stages, chromosomal anomalies, micronucleus percentage, and comet assay parameters on the somatic cells of *Allium cepa*. The roots were treated with 0.2, 0.4, 0.8 and 1.6 ppm herbicide concentrations with 12, 24 and 36 h. application periods. Mitotic index was noticeably diminished by oxyfluorfen in each application group when matched with their control, except for 0.2 ppm. The percentages of mitotic stages were altered. Oxyfluorfen enhanced drastically the aberrant cell ratio at all application groups and application periods in contrast to their control, excluding 0.2 ppm. Mitotic anomalies were noted as disturbed prophase, stickiness, C-mitosis, chromatid bridges and laggards. The micronucleus was detected at interphase and its percentage was determined in the applied concentrations. Also, the comet assay was employed to examine the single strand breakages. Almost all of the used concentrations of oxyfluorfen increased DNA losses. A positive relationship was discovered between micronucleus occurrence and DNA loss.

### Research Article

#### Article History

Received : 19.01.2021

Accepted : 20.05.2021

#### Keywords

Chromosomal aberrations

Comet

DNA loss

Micronucleus

Oxyfluorfen

## *Allium cepa*'nın Somatik Hücreleri Üzerine Oxyfluorfen'in Sitotoksik ve Genotoksik Etkileri

### ÖZET

Bu çalışmada, *Allium cepa*'nın somatik hücrelerindeki mitotik indeks, mitotik aşamalar, kromozomal anormallikler, mikronükleus yüzdesi ve komet test parametreleri incelenerek oxyfluorfen herbisitinin sitotoksik ve genotoksik etkileri araştırılmıştır. Kökler 0.2, 0.4, 0.8 ve 1.6 ppm herbisit konsantrasyonları ile 12, 24 ve 36 saat uygulama süreleriyle muamele edilmiştir. Mitotik indeks, 0.2 ppm haricinde, kontrol ile eşleştirildiğinde her uygulama grubunda oxyfluorfen tarafından gözle görülür şekilde azalmıştır. Mitotik aşamaların yüzdeleri değişmiştir. Oxyfluorfen, 0.2 ppm hariç olmak üzere, kontrollerinin aksine tüm uygulama gruplarında ve uygulama sürelerinde anormal hücre oranını önemli ölçüde artırmıştır. Mitotik anormallikler, düzgün dağılmayan profaz, yapışkanlık, C-mitoz, kromatid köprüleri ve kalgın kromozomlar olarak kaydedilmiştir. Mikronükleus, interfazda tespit edilmiş ve uygulanan konsantrasyonlarda yüzdesi belirlenmiştir. Ayrıca, komet analizi tek zincir kırılmalarını incelemek için kullanılmıştır. Oxyfluorfen'in kullanılan hemen hemen tüm konsantrasyonları DNA kayıplarını artırmıştır. Mikronükleus oluşumu ile DNA kaybı arasında pozitif bir ilişki keşfedilmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 19.01.2021

Kabul Tarihi : 20.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

Kromozomal anormallikler

Comet

DNA kaybı

Mikronükleus

Oxyfluorfen

**To Cite:** Karaismailoğlu MC 2022. Cytotoxic and Genotoxic Effects of Oxyfluorfen on The Somatic Cells of *Allium cepa*. KSU J. Agric Nat 25 (2): 207-214. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.864929>.

### INTRODUCTION

Herbicides are commonly used in agricultural areas for controlling weeds (Karaismailoğlu, 2015; Vieira dos Santos et al., 2017). Oxyfluorfen is widely applied as a herbicide utilized pre- and post-emergence to manage

annual grass weeds and broad-leaved in areas of the vegetables (EPA, 2002; El-Rahman et al., 2019). It is a diphenyl ether herbicide, and inhibits photosynthesis by impeding chlorophyll creation (Camadro et al., 1991). Also, the major effects obtained from oxyfluorfen analyzes are inhibition of

protoporphyrinogen oxidase's ensuing reticence of heme biosynthesis in living organisms (Stagg et al., 2012). Oxyfluorfen might not processed by the plants and bacteria absorb it at extremely slow percentages (Calderón et al., 2015; El-Rahman et al., 2019).

Plants are useful for monitoring of the toxic effects on living organisms of the substances by analyzing chromosomal abnormalities and micronucleus analysis (Singh et al., 2008; Karaismailoğlu, 2015 and 2017). One of the most popular test plants is *Allium cepa* L. (Karaismailoğlu, 2015; Bonciu et al., 2018), which is one of the most often used plants in genotoxicity assessments because of sensitive and reliable (Grant, 1994).

The comet assay provides data of the thread breaks in genomic DNA, caused by toxic substances. This assay is of the great sensitivity and easiness, and it is frequently used to explain harmfulness. Reports about DNA loss in plants are remarkably few, though the plants are the major receivers of toxic materials including pesticides (Turkoğlu, 2012; Karaismailoğlu, 2015).

The onion is an important plant in cultivation. Oxyfluorfen is used to control weeds such as *Amaranthus retroflexus* L., *Anagallis arvensis* L., *Atriplex patula* L., *Bifora radianis* Bieb., *Bromus sterilis* L., *Chenopodium album* L., *Chrozophora tinctoria* (L.) A.Juss., *Convolvulus arvensis* L., *Digitaria Sanguinalis* (L.) Scop., *Echinochloa colonum* (L.) Link, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Matricaria chamomilla* L., *Sinapis arvensis* L., *Solanum nigrum* L., *Sonchus arvensis* L., *Veronica hederifolia* L. and *Xanthium strumarium* L. in onion agricultural areas at a concentration of roughly 0.4 parts per million (ppm) [Ministry of Agricultural and Rural Affairs of Republic of Turkey (MARA) (2009)]. Though there are researches on the effects of oxyfluorfen on various organisms (Stagg et al., 2012; Dragoeva et al., 2012; Calderón et al., 2015; Vieira dos Santos et al., 2017; El-Rahman et al., 2019), there is currently limited information available on the cytotoxic and genotoxic effects of oxyfluorfen on *A. cepa* (Dragoeva et al., 2012). This article has revealed the effects of oxyfluorfen on the mitotic cell division, somatic chromosomes and DNA material of *A. cepa* with different methods.

## MATERIAL and METHODS

*Allium cepa* (2n = 16), 30–45 mm diameter, were get from a commercial center.

Oxyfluorfen [2-chloro-1-(3-ethoxy-4-nitrophenoxy)-4-(trifluoromethyl) benzene; C<sub>15</sub>H<sub>11</sub>ClF<sub>3</sub>NO<sub>4</sub>; molecular weight: 361.7 g mol<sup>-1</sup>; CAS No: 42874-03-3] (NCBI, 2021) was obtained from a point of sale and used as stock for analyses. At First, the outer shells of the onions were removed without damaging the primordial

roots, and were allowed to grow in tap water at 25°C in the darkness to avoid fluctuations in cell divisions. Once root lengths of onions extended 1–3 cm length, they were exposed to 0.2, 0.4, 0.8 and 1.6 ppm oxyfluorfen concentrations for 12, 24 and 36 h. The applied doses were chosen according to the used concentration in farming areas of oxyfluorfen, which is used with a concentration of roughly 0.4 parts per million (ppm), and its multiples (MARA, 2009). Tap water was used as a control group.

Cellular activities in root tips of onions were stopped with ethanol-glacial acetic acid fixative (3-1), and stored at 4°C overnight. Afterwards, tips were cleaned from fixative with distilled water, and they were hydrolyzed in 1 N HCl at 60°C for 12 minutes and dyed with Schiff's reagent for 2 h. 5 slides were chosen randomly from each treatment group for the mitotic index (MI= number of dividing cells x 100 / total number of cells), micronucleus (MN) frequency, and chromosome aberrations (Kara et al., 1994; Yildiz and Arikan, 2008; Karaismailoğlu et al., 2013; Karaismailoğlu, 2014a, 2014b and 2015).

The comet assay (single cell gel electrophoresis) was performed according to Gichner et al. (2004) and Karaismailoğlu (2015); however, minor changes were made. *A. cepa* root tips subjected to oxyfluorfen (0.2, 0.4, 0.8 and 1.6 ppm) were received on a glass, and were chopped with a blade to get the nuclei in a tampon (Tris). The slides were treated with 50 ml of 0.35% agarose gel in a saline phosphate tampon (pt) spread and dehydrated. Nuclei (20 ml) were attached 200 ml of agarose in pt, and when were spread over the slides. They were stayed for 1 h and slides were rinsed in TAE tampon (40 mM tris-acetate buffer, 1 mM EDTA) to detached the salt. Slides were horizontally accommodated into a gel electrophoresis tank containing electrophoresis tampon and dyed with 70 ml ethidium bromide (20 mg ml<sup>-1</sup>) for 8 minutes. After, 50 nuclei for each slide were studied. 4 slides were scored for each group. Each picture was classified as for the fluorescence intensity of the comet tail and evaluated with one of the distinct genetic harm index classifications [tip 0 (0), 1 (1–100 arbitrary units = AU), 2 (101–200 AU), 3 (201–300 AU), or 4 (301–400 AU)] (Kocyiğit et al., 2005; Cavas, 2011; Turkoğlu, 2012; Karaismailoğlu, 2015).

The results were evaluated by variance analysis (ANOVA) in SPSS (2008) computer package and grade of importance was determined as p < 0.05. The Dunnett multiple-range test was used for finding of statistical importance among the detected variances. The outcomes of statistical examines were given in Tables 1-3.

## RESULTS

The effects of different concentrations of oxyfluorfen on mitotic index and phase frequency are given in Table

1. Mostly, the different concentrations of oxyfluorfen substantially decrease the mitotic index of *A. cepa* somatic chromosomes when compared to the control ( $p < 0.05$ ). As an exception, mitotic index does not indicate significant change in 0.2 ppm concentration of oxyfluorfen at all treatment periods in comparison with the control groups (Table 2). As a result of the 1.6 ppm oxyfluorfen application, mitotic index reduce significantly in the treatment times (Table 1). While

the mitotic phase percentages are related with the control group in application periods, there are statistically noteworthy results ( $p < 0.05$ ) (Table 1). As the ratio of prophase increase, the rates of metaphase and anaphase-telophase decrease in most of the examined cells. Also, a noteworthy increase in the percentages of anomaly in mitotic phases with increasing oxyfluorfen concentrations is realized (Table 1).

**Table 1.** The consequences of applications of oxyfluorfen and control on *A. cepa* cell division.

**Çizelge 1.** *A. cepa* hücre bölünmesi üzerine oxyfluorfen ve kontrol uygulamalarının sonuçları.

Period (h) (Periyot)	Concentrations (Konsantrasyonlar)	Number of analyzed cells (Analiz edilen hücre sayısı)	MI±SD	Cell division stages ( <i>Hücre bölünmesi aşamaları</i> )					
				Prophase (%) (Profaz)		Metaphase (%) (Metafaz)		Ana-telophase (%) (Ana-telofaz)	
				Total <i>Toplam</i>	Aberrant <i>Anormal</i>	Total <i>Toplam</i>	Aberrant <i>Anormal</i>	Total <i>Toplam</i>	Aberrant <i>Anormal</i>
12	Control	6000	26.19±0.14	27.48	-	41.55	-	30.97	-
	0.2 ppm	6000	26.03±0.17	27.45	-	35.62*	-	26.93*	-
	0.4 ppm	6000	25.44±0.11*	27.49	2.05*	33.45*	2.31*	39.06*	2.88*
	0.8 ppm	6000	21.78±0.23*	30.84*	3.21*	32.79*	3.17*	36.37*	4.26*
	1.6 ppm	6000	16.89±0.32*	32.31*	4.96*	30.65*	3.99*	37.04*	7.35*
24	Control	6000	25.51±0.38	31.88	-	29.13	-	38.99	-
	0.2 ppm	6000	25.43±0.21	33.42*	-	29.15	-	37.43*	-
	0.4 ppm	6000	24.63±0.24*	34.71*	3.02*	32.18*	2.99*	33.11*	4.79*
	0.8 ppm	6000	22.74±0.15*	32.95*	3.94*	29.46*	3.77*	37.59*	5.93*
	1.6 ppm	6000	16.59±0.09*	35.62*	5.87*	33.69*	6.01*	30.69*	8.48*
36	Control	6000	26.10±0.12	30.48	-	32.65	-	36.87	-
	0.2 ppm	6000	25.99±0.22	30.45	-	33.28	-	36.27	-
	0.4 ppm	6000	24.73±0.18*	32.57*	4.71*	29.15*	5.11*	38.28	5.23*
	0.8 ppm	6000	21.94±0.33*	34.51*	6.59*	34.91*	6.78*	30.58*	7.81*
	1.6 ppm	6000	14.05±0.15*	36.68*	10.22*	35.77*	9.05*	27.55*	10.02*

\*Dissimilar from control group  $P < 0.05$ ; MI: Mitotic Index; SD: Standart Deviation

\* Kontrol grubundan farklı  $P < 0.05$ ; MI: Mitotik İndeks; SD: Standard Sapma

Chromosome anomalies have been assessed in dividing cells. The kinds and frequencies of chromosome anomalies caused by herbicide treatments are disclosed in Figure 1 and Table 2. Applications have induced 5 types of common anomalies: disturbed prophase, stickiness, C-mitosis, chromatid bridges and laggards.

The results of the micronucleus test in *A. cepa* applied to control sets and concentrations of oxyfluorfen are given in Figure 1 and Table 3. The frequency of micronucleus has been found to trigger of the application dose and noticed to be markedly different in all treatments when compared to the control ( $p < 0.05$ ), apart from 0.2 ppm. It is noticeably greater at 1.6 ppm than the other doses of oxyfluorfen in all the treatments (Table 3). However, 12, 24 and 36 h treatments of 0.4 and 0.8 ppm concentrations of oxyfluorfen importantly increased the frequency of micronucleus.

The findings of the comet assay are given in Figure 2 and Table 3. DNA damage is noticeably higher in

almost all the used concentrations when compared to control group ( $p < 0.05$ ), except 0.2 ppm. 1.6 ppm concentrations have caused the most great genotoxic aberration in comparison of other treatments (Table 3). There is no observed difference between control and 0.2 ppm in the application times.

## DISCUSSION

Random or unrestrained utilization of the chemical substances such pesticides has commonly caused to ecological pollution with following in damaging effects on live organisms. Hence, evaluation of the processing paths of oxyfluorfen and its impact on MI, somatic chromosomes and DNA single chain, offer valuable information about the influences of these commonly used genotoxic materials (Karaismailoğlu, 2015). Mitotic index might use as a biological signal in the cell increment, which gauges the ratio of cells in various mitotic phases (Ping et al., 2012; Karaismailoğlu, 2015). The influences of different concentrations of oxyfluorfen on MI in *A. cepa* somatic chromosomes are



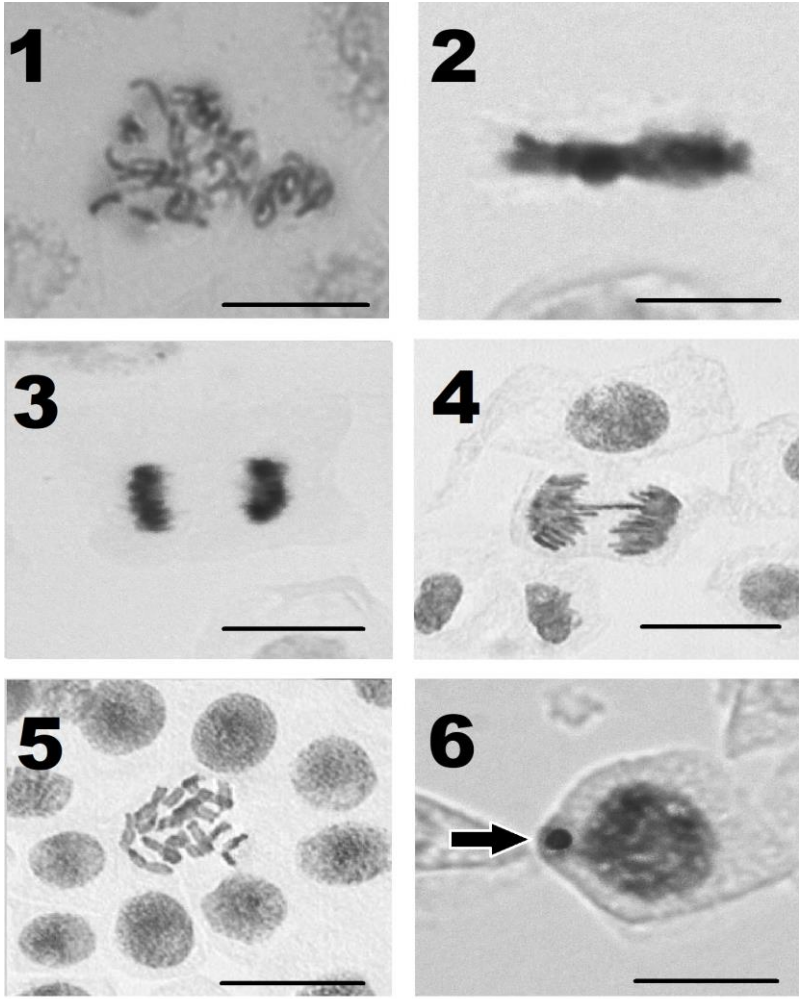


Figure 1. Mitotic deformities produced by oxyfluorfen in somatic cells of *A. cepa*: 1: disturbed prophase, 2-3: stickiness, 4: chromatid bridge, 5: C-mitosis, 6: micronucleus (Scale bars=10 µm).

Şekil 1. *A. cepa*'nın somatik hücrelerinde oxyfluorfen'in sebep olduğu mitotik şekil bozuklukları; 1: düzgün dağılmayan profaz, 2-3: yapışıklık, 4: kromatid köprüsü, 5: C-mitoz, 6: mikronükleus (Ölçekler=10 µm).

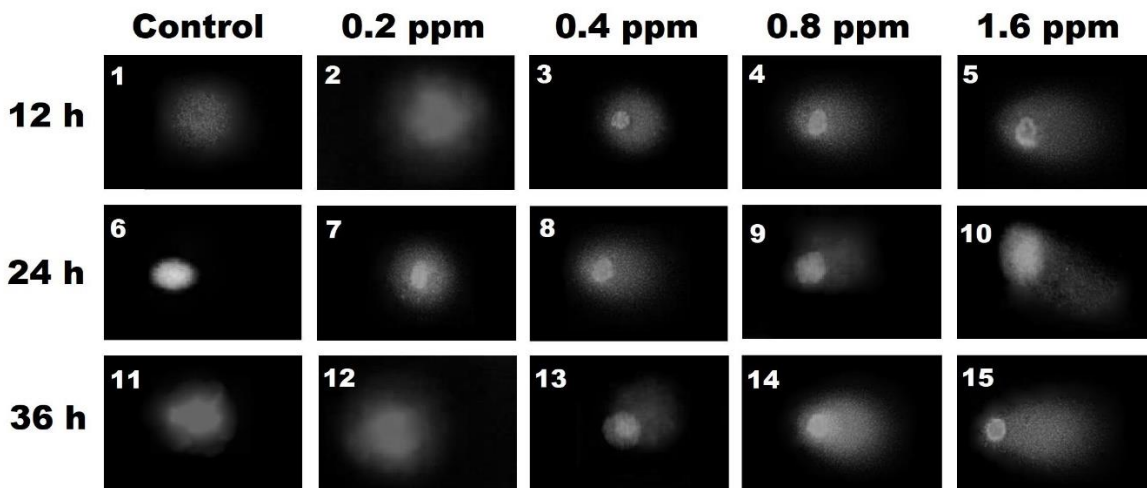


Figure 2. The fluorescence pictures of single cell gel electrophoresis, displaying different concentrations of oxyfluorfen effects on DNA

Şekil 2. DNA üzerinde oxyfluorfen'in farklı konsantrasyonlarının etkilerini gösteren tek hücreli jel elektroforezinin floresans resimleri



**Table 2.** Type and frequency of abnormalities in chromosomes of *A. cepa* treated with oxyfluorfen and control groups.

**Çizelge 2.** Oxyfluorfen ve kontrol grupları ile muamele edilen *A. cepa*'nın kromozomlarındaki anormalliklerin tipi ve sıklığı.

Period(h) (Periot)	Concentrations (Konsantrasyonlar)	Percent of anomalies±SD (Anormalliklerin yüzdesi±SD)					Percent of total anomaly (Toplam anormalliğin yüzdesi)
		Disturbed prophase (Düzensiz dağılmayan profaz)	Chromatid bridge (Kromatid köprüsü)	Stickiness (Yapışıklık)	C-mitosis (C-mitoz)	Laggards (Kalgın kromozom)	
12	Control	-	-	-	-	-	-
	0.2 ppm	-	-	-	-	-	-
	0.4 ppm	1.96±0.19*	1.56±0.12*	0.88±0.11*	1.49±0.12*	0.24±0.04*	6.13*
	0.8 ppm	2.78±0.12*	2.97±0.41*	1.94±0.13*	2.33±0.15*	0.89±0.06*	10.91*
	1.6 ppm	3.44±0.15*	5.13±0.22*	4.55±0.27*	2.96±0.18*	1.73±0.11*	17.81*
24	Control	-	-	-	-	-	-
	0.2 ppm	-	-	-	-	-	-
	0.4 ppm	2.81±0.09*	1.09±0.09*	4.15±0.22*	1.29±0.18*	1.02±0.06*	10.36*
	0.8 ppm	3.15±0.18*	3.63±0.21*	4.26±0.19*	3.12±0.09*	1.85±0.12*	16.01*
	1.6 ppm	3.62±0.26*	5.39±0.27*	5.74±0.12*	4.17±0.31*	2.24±0.15*	21.16*
36	Control	-	-	-	-	-	-
	0.2 ppm	-	-	-	-	-	-
	0.4 ppm	5.12±0.24*	1.33±0.15*	4.61±0.17*	4.01±0.15*	1.56±0.09*	16.63*
	0.8 ppm	6.78±0.18*	3.27±0.12*	6.13±0.15*	4.54±0.18*	2.88±0.27*	23.60*
	1.6 ppm	6.91±0.09*	6.04±0.24*	8.79±0.36*	5.03±0.09*	3.97±0.15*	30.74*

\*Dissimilar from the control P<0.05

\* Kontrol grubundan farklı P <0.05

**Table 3.** The influences of oxyfluorfen on the MN and DNA damage tests.

**Çizelge 3.** MN ve DNA hasar testleri üzerinde oxyfluorfen'in etkileri.

Period (h) (Periot)	Concentrations ( <i>Konsantrasyonlar</i> )	MN (%)	DNA damage (AU±SD) ( <i>DNA hasarı</i> )
12	Control	-	9.77±1.49
	0.2 ppm	-	9.81±0.75
	0.4 ppm	0.13*	13.64±1.31*
	0.8 ppm	0.15*	15.15±0.62*
	1.6 ppm	0.16*	19.56±2.88*
24	Control	-	10.03±0.15
	0.2 ppm	-	10.21±0.39
	0.4 ppm	0.16*	20.17±1.65*
	0.8 ppm	0.19*	26.28±2.51*
	1.6 ppm	0.23*	33.47±2.83*
36	Control	-	10.45±0.35
	0.2 ppm	-	10.63±0.99
	0.4 ppm	0.26*	35.76±3.51*
	0.8 ppm	0.30*	39.83±4.15*
	1.6 ppm	0.41*	58.02±3.66*

\*Dissimilar from control group  $P < 0.05$ ; MN: Micronucleus; AU: Arbitrary units.

\* *Kontrol grubundan farklı P < 0.05; MN: Mikronükleus; AU: Prosedür tanımlı birim.*

offered in Table 1. Mitotic effect is significantly decreased with increasing oxyfluorfen concentrations at each application period in comparison with the control group (Table 1). Also, MI is not significantly different at application of 0.2 ppm oxyfluorfen (Table 1). Besides, 1.6 ppm of oxyfluorfen is the greatest genotoxic concentration, and has more mitodepressive effect than 0.4, 0.8 and 1.6 ppm concentrations at application periods. If the mitotic index decrease lower 22% in comparison with the control, this causes poisonous impacts on living systems (Karaismailoğlu, 2015). Also, the decreases lower 50% are of the sublethal impacts and they are accepted as toxicity limit (Yildiz and Arikan, 2008). In this work, sublethal impact has found in 1.6 ppm concentration when compared to the control in 12, 24 and 36 h treatments, and sublethal impact valuation are defined as 35.50%, 34.96% and 46.16%, respectively. The obtained outcomes are suitable with the results of the earlier works (Liman et al., 2011; Dragoeva et al., 2012; Karaismailoğlu, 2015; Liman and Özkan, 2019).

The effects of oxyfluorfen on cycle phases in the somatic cells of *A. cepa* are showed in Table 1. As the phase rates are matched with the control in all application periods, there are statistically significant outcomes ( $p < 0.05$ ). As the frequency of prophase increase, the frequency of metaphase and anaphase decrease in examined cells. The influence on mitotic stages of oxyfluorfen can be ascribed to the inhibition of prophase or hold in the mitotic stages in answer to mitotic pressure (Scolnic and Halazonetis, 2000; Karaismailoğlu, 2015). Furthermore, the applied doses of oxyfluorfen have generally caused a significant increase in the percentages of aberration in mitotic stages in *A. cepa* somatic cells. Similar results have been also reported in previous surveys (Yildiz and

Arikan, 2008; Dragoeva et al., 2012; Bonciu et al., 2018; Rosculete et al. 2019).

Chromosome aberrations provide useful information for monitoring the negative effects of environmental contaminants on hereditary material (Carita and Marin-Morales, 2008). The effects of the used oxyfluorfen doses and control applications on mitotic aberrations and percentages of a total anomaly in the *A. cepa* somatic cells are given in Table 2. The detected chromosomal aberrations such as disturbed prophase, stickiness, chromatid bridge, C-mitosis and laggards are displayed in Figure 1. The most frequent types of chromosomal aberration are recorded as stickiness and chromatid bridges (Table 2 and Figure 1), which are chromatid tip anomaly (Badr, 1983; Karaismailoğlu, 2015). Stickiness can occur from deterioration of formation such as depolymerization in genetic material (Mercykutty and Stephen, 1980); however, chromatid bridge comprises disintegration and fusion of chromatid (Shehab and Adam, 1983). Likewise, a high frequency of the disturbed prophase is defined. This might arise from chromatid loss. In C-mitosis, which is the other common type, oxyfluorfen inhibits spindle formation with a colchicine-like effect (Badr, 1983). Enhanced oxyfluorfen concentrations have triggered an increment of the ratio of total anomalies. Genotoxicity of the used herbicide is higher than normal with use of the highest concentration (1.6 ppm) for each application period. These outcomes agree with former studies (Ping et al., 2012; Karaismailoğlu et al., 2013; Karaismailoğlu, 2014b, 2015; Bonciu et al., 2018; Liman and Özkan, 2019; Rosculete et al., 2019; Aydın and Liman, 2020).

Micronucleus analyses are of the crucial role in the review of the genotoxicity influences of the substances (Gebel et al., 1997; Karaismailoğlu, 2014a, 2014b and

2015). The formation and frequency of micronucleus are offered in Table 3 and Figure 1. Mostly, micronucleus frequency has noticeably increased with enhanced oxyfluorfen concentration in comparison with the control, excluding 0.2 ppm at all treatment periods ( $p < 0.05$ ). The micronucleus frequency is significantly greater at the greatest oxyfluorfen concentration (1.6 ppm) than others. Micronucleus happens from microtubules ruptures and corruptions at the polyploidy because of affecting pieces in chromosomes (Konuk et al., 2007; Karaismailoğlu, 2015).

The comet assay which is a fast and vulnerable analysis to evaluate the genotoxic risk of substances is used for finding the genotoxic effect of oxyfluorfen in *A. cepa* somatic cells (Figure 2 and Table 3) (Ribas et al., 1995; Karaismailoğlu, 2015; Srivastava and Singh, 2020). This test lets the definition of DNA strand pieces in single cells. The comet assay has revealed that the used concentrations of oxyfluorfen induce DNA loss in *A. cepa* somatic cells in comparison with the controls. DNA harm happening with oxyfluorfen might be because of growing action of free radicals and triggering DNA strand fractures (Liman et al., 2011). The current survey discovers that there are considerable increment in the percentages of both micronucleus and DNA loss after oxyfluorfen treatments on *A. cepa* somatic cells (Figure 2 and Table 3).

## CONCLUSION

As a result, application to oxyfluorfen might present a genotoxycological risk to genetic material in *A. cepa*. If oxyfluorfen is used in doses below 0.4 ppm, the damage effects on *A. cepa* would be reduced.

## Statement of Conflict of Interest

Author has declared no conflict of interest.

## REFERENCES

- Aydın G, Liman R 2020. Cyto-genotoxic effects of Pinoxaden on *Allium cepa* L. roots. Journal of Applied Genetics, 61: 349-357.
- Badr A 1983. Mitodepressive and chromotoxic activities of two herbicides in *A. cepa*. Cytologia, 48(2): 451-457.
- Bonciu E, Firbas P, Fontanetti CS, Wusheng J, Karaismailoğlu MC, Liu DH, Menicucci F, Pesnya DS, Popescu A, Romanovsky AV, Schiff S, Slusarczyk J, de Souza CP, Srivastava A, Sutan A, Papini A 2018. An evaluation for the standardization of the *Allium cepa* test as cytotoxicity and genotoxicity assay. Caryologia, 71(3): 191-209.
- Calderón MJ, Real M, Cabrera A, Koskinen WC, Cornejo J, Hermosín MC 2015. Influence of olive oil mill waste amendment on fate of oxyfluorfen in southern Spain soils. CLEAN-Soil, Air, Water, 43: 1107-1113.
- Camadro JM, Matringe M, Scalla R, Labbe P 1991. Kinetic studies on protoporphyrinogen oxidase inhibition by diphenyl ether herbicides. Biochemical Journal, 277: 17-21.
- Carita R, Marin-Morales MA 2008. Induction of chromosome aberrations in the *Allium cepa* test system caused by the exposure of seeds to industrial effluents contaminated with azo dyes. Chemosphere, 72(5): 722-725.
- Cavas T 2011. In vivo genotoxicity evaluation of atrazine and atrazine-based herbicide on fish *Carassius auratus* using the micronucleus test and the comet assay. Food and Chemical Toxicology, 49(6): 1431-1435.
- Dragoeva A, Koleva V, Hasanova N, Slanev N 2012. Cytotoxic and Genotoxic Effects of Diphenyl-ether Herbicide GOAL (Oxyfluorfen) using the *Allium cepa* test. Research Journal of Mutagenesis, 2(1): 1-9.
- El-Rahman GIA, Ahmed SAA, Khalilb AA, Abd-Elhakim YM 2019. Assessment of hematological, hepato-renal, antioxidant, and hormonal responses of *Clarias gariepinus* exposed to sub-lethal concentrations of oxyfluorfen. Aquatic Toxicology, 217: 1-12.
- EPA 2002. Oxyfluorfen: Human Health Risk Assessment Health Effects Division (HED) Chapter for Registration Eligibility Decision (RED) Document. Registration Case No. 2490. Registration Case No. 2490. Chemical No. 111601.
- Gebel T, Kevekordes S, Pav K, Edenharder R, Dunkelberg H 1997. In vivo genotoxicity of selected herbicides in the mouse bone-marrow micronucleus test. Archives of Toxicology, 71(3): 193-197.
- Gichner T, Patková Z, Sza'ková J, Demnerová K 2004. Cadmium induces DNA damage in tobacco roots, but no DNA damage, somatic mutations or homologous recombinations in tobacco leaves. Mutation Research, 559(1-2): 49-57.
- Grant WF 1994. The present status of higher plant bioassays for the detection of environmental mutagens. Mutation Research, 310(2): 175-185.
- Kara M, Şanda MA, Ateş A 1994. Cytogenetic Effects of the Insecticide Cypermethrin on the Root Meristems of *Allium cepa* L. Turkish Journal of Biology, 18: 323-331.
- Karaismailoğlu MC, Inceer H, Hayırhoğlu-Ayaz S 2013. Effects of quizalofop-P-ethyl herbicide on the somatic chromosomes of *Helianthus annuus* (Sunflower). Ekoloji, 22(89): 49-56.
- Karaismailoğlu MC 2014a. Investigation of the cytotoxic and genotoxic effects of *Artemisia annua* methanol extract with the *Allium* test. Ekoloji, 23(91): 64-74.
- Karaismailoğlu MC 2014b. Evaluation of potential genotoxic effect of trifluralin in *Helianthus annuus*

- L. (Sunflower). *Caryologia*, 67(3): 216-221.
- Karaismailoğlu MC 2015. Investigation of the potential toxic effects of prometryne herbicide on *Allium cepa* root tip cells with mitotic activity, chromosome aberration, micronucleus frequency, nuclear DNA amount and comet assay, *Caryologia*, 68(4): 323-329.
- Karaismailoğlu MC 2017. Assessments on the potential genotoxic effects of fipronil insecticide on *Allium cepa* somatic cells. *Caryologia*, 70(4): 378-384.
- Kocyiğit A, Keles H, Selek S, Guzel S, Celik H, Erel O 2005. Increased DNA damage and oxidative stress in patients with cutaneous leishmaniasis. *Mutation Research*, 585(1-2): 71-78.
- Konuk M, Liman R, Cigerci IH 2007. Determination of genotoxic effect of Boron on *Allium cepa* root meristematic cells. *Pakistan Journal of Botany*, 39(1): 73-79.
- Liman R, Cigerci IH, Akyl D, Eren Y, Konuk M 2011. Determination of genotoxicity of fenaminosulf by *Allium* and comet tests. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 99(1): 61-64.
- Liman R, Özkan S 2019. Cytotoxicity and Genotoxicity in *Allium cepa* L. Root Meristem Cells Exposed to the Herbicide Penoxsulam. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15: 221-226.
- [MARA] Ministry of Agricultural and Rural Affairs (Turkey) 2009. General directorate of protection and control; plant protection products. Ankara: Ministry of Agricultural and Rural Affairs of Republic of Turkey.
- Mercykutty VC, Stephen J 1980. Adriamycin induced genetic toxicity as demonstrated by *Allium cepa* test. *Cytologia*, 45(4): 769-777.
- [NCBI] National Center for Biotechnology Information 2021. PubChem Compound Summary for CID 39327, Oxyfluorfen. Retrieved April 4, 2021 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Oxyfluorfen>.
- Ping KY, Darah I, Yusuf UK, Yeng C, Sasidharan S 2012. Genotoxicity of *Euphorbia hirta*: an *Allium cepa* assay. *Molecules*, 17(7): 7782-7791.
- Rosculete CA, Bonciu E, Rosculete E, Olaru LA 2019. Determination of the Environmental Pollution Potential of Some Herbicides by the Assessment of Cytotoxic and Genotoxic Effects on *Allium cepa*. *Int J Environ Res Public Health*, 16(1):75-83.
- Ribas G, Frenzilli G, Barale R, Marcos R 1995. Herbicide induced DNA damage in human lymphocytes evaluated by the single-cell gel electrophoresis (SCGE) assay. *Mutation Research*, 344(1-2): 41-54.
- Scolnic D, Halazonetis T 2000. Chfr defines a mitotic stress checkpoint that delays entry into metaphase. *Nature*, 406: 430-435.
- Shehab AS, Adam ZM 1983. Cytological effects of medicinal plants in Qatar III. Mitotic effect of water extract of *Anastatica hierochuntico* L. on *Allium cepa*. *Cytologia*, 48: 343-348.
- Singh P, Srivastava AK, Singh AK 2008. Cell cycle stage specific application of cypermethrin and carbendazim to assess the genotoxicity in somatic cells of *Hordeum vulgare* L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 81(3): 258-261.
- Srivastava AK, Singh D 2020. Assessment of malathion toxicity on cytophysiological activity, DNA damage and antioxidant enzymes in root of *Allium cepa* model. *Scientific Reports*, 10: 886-896.
- SPSS Inc. Released 2008. SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. Chicago: SPSS Inc.
- Stagg NJ, LeBaron MJ, Eisenbrandt DL, Gollapudi BB, Klaunig JE 2012. Assessment of possible carcinogenicity of oxyfluorfen to humans using mode of action analysis of rodent liver effects. *Toxicological Sciences*, 128: 334-345.
- Turkoğlu S 2012. Determination of genotoxic effects of chlorfenvinphos and fenbuconazole in *Allium cepa* root cells by mitotic activity, chromosome aberration, DNA content, and comet assay. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 103(3): 224-230.
- Vieira dos Santos E, Sáez C, Cañizares P, Martínez-Huitle CA, Rodrigo MA 2017. Reversible electrokinetic adsorption barriers for the removal of atrazine and oxyfluorfen from spiked soils. *Journal of Hazardous Materials*, 322: 413-420.
- Yildiz M, Arikan ES 2008. Genotoxicity of quizalofop-P-ethyl herbicide using the *Allium cepa* anaphase-telophase chromosome aberration assay. *Caryologia*, 61(1): 45-52.



## Evaluation of The Effects of Pomegranate Juice on Hepato-Nephrotoxicity in Male Rats Exposed to Aluminum

Harun ÇİFTÇİ<sup>1</sup>, Çiğdem-ER ÇALIŞKAN<sup>2</sup>, Fatih-KAR<sup>3</sup>, Ahmet-ÖZKAYA<sup>4</sup>, Kenan-GÜÇLÜ<sup>5</sup>

<sup>1,5</sup>Department of Medical Biochemistry, Faculty of Medicine, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Turkey, <sup>2</sup>Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Turkey, <sup>3</sup>Department of Basic Science, Faculty of Engineering and Natural Science, Kütahya Health Science University, Kütahya, Turkey, <sup>4</sup>Department of Chemistry, Faculty of Art and Science, Adıyaman University, Adıyaman, Turkey.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-3210-5566>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-5821-7489>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8356-9806>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-0173-3084>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-0092-652X>

✉: fatihkarahasanoglu@hotmail.com

### ABSTRACT

We aimed to measure biochemical parameters in rat serum such as electrolyte levels, kidney and liver function test, and lipid profile to analyze the effects of pomegranate juice towards AlCl<sub>3</sub>-induced hepato-nephrotoxicity. The twenty-eight wistar albino rats divided into four groups; control (Group I), pomegranate juice (4 ml/kg) (Group II), AlCl<sub>3</sub> (8.3 mg/kg) (Group III) and pomegranate juice + AlCl<sub>3</sub> (Group IV). Aluminum toxicity and the protective effect of pomegranate juice did not statistically different among groups in electrolyte levels, except for Mg and Cl (p<0.05). AlCl<sub>3</sub> considerably increased serum AST, ALT, BUN and CREA levels and decreased ALB and TP (p<0.05). Pomegranate juice administration with or before AlCl<sub>3</sub> notably restored serum biomarkers of liver and kidney function to near-normal levels. There was only a statistically significant difference in LDL and CHOL levels in lipid metabolism (p<0.05). The pomegranate juice reduced aluminum toxicity in terms of electrolyte levels, liver and renal function test, and lipid profile.

### Research Article

#### Article History

Received : 14.03.2021

Accepted : 07.05.2021

#### Keywords

Aluminum  
Pomegranate  
Vaccine  
Renal-liver toxicity  
Electrolyte

## Alüminyuma Maruz Kalmış Erkek Sıçanlarda Nar Suyunun Hepato-Nefrotoksisite Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi.

### ÖZET

Nar suyunun AlCl<sub>3</sub> kaynaklı hepato-nefrotoksisiteye olan etkilerini analiz etmek için sıçan serumundaki elektrolit seviyeleri, böbrek ve karaciğer fonksiyon testi ve lipid profili gibi biyokimyasal parametreleri amaçlanmıştır. Yirmi sekiz wistar albino sıçan; kontrol (Grup I), nar suyu (4 ml/kg) (Grup II), AlCl<sub>3</sub> (8,3 mg/kg) (Grup III) ve nar suyu + AlCl<sub>3</sub> (Grup IV) şeklinde dört gruba ayrılmıştır. Alüminyum toksisitesi ve nar suyunun koruyucu etkisi elektrolit düzeyleri açısından Mg ve Cl hariç gruplar arasında istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır (p <0.05). AlCl<sub>3</sub>, serum AST, ALT, BUN ve CREA düzeylerini önemli ölçüde artırdığı ve ALB ve TP'yi düşürdüğü (p <0.05) görülmüştür. AlCl<sub>3</sub> ile birlikte veya öncesinde nar suyu uygulaması, karaciğer ve böbrek fonksiyonunun serum biyobelirteçlerini neredeyse normale yakın seviyelere getirdiği görülmüştür. Lipid metabolizmasında sadece LDL ve CHOL düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür (p <0.05). Nar suyu, elektrolit seviyeleri, karaciğer ve böbrek fonksiyon testi ve lipid profili açısından alüminyum toksisitesini azalttığı sonucuna varılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 14.03.2021

Kabul Tarihi : 07.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

Alüminyum  
Nar  
Aşı  
Böbrek-karaciğer toksisitesi  
Elektrolit

**To Cite:** Çiftçi H, Er Çalışkan Ç, Kar F, Özkaya A, Güçlü K 2022. Evaluation of The Effects of Pomegranate Juice on Hepato-Nephrotoxicity in Male Rats Exposed To Aluminum. KSU J. Agric Nat 25 (2): 215-222. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.896611>.

### INTRODUCTION

The roles of aluminum, which is now no longer

located in elemental shape in nature but in the form of compounds, are not clear and may be important in



nowadays. Their compounds make up 8% of the earth's crust and come third during abundance (Priest et al., 2018). In recent years, pharmaceuticals, cosmetics and foodstuffs have also diversified and  $Al^{+3}$  is among the components used in production (Exley, 2013). Aluminium is included in many vaccines, especially for pandemic or epidemic reasons, to make vaccines more stabilized and effective (Hotez et al., 2020). Lack of detailed long and short term evidence of its physiological and biochemical role on human metabolism suggests that it causes toxicity in many organs (Nayak, 2002). What's more, concerns are raised about the possible adverse health effects of Al determined even in consuming water. However, Al is thought to be non-toxic and quickly detoxified, and therefore commonly used in routine (Ghorbel et al., 2017). Although aluminum is in all our lives, it has unsuitable properties in terms of chemical properties.  $Al^{+3}$  enters the body with food, air, water and medicines. It is collected in tissues and organs in the body.  $Al^{+3}$  generally reaches different tissues via the gastrointestinal system like most other metals (Kar et al., 2019). With the widespread use of biochemical tests and biological observations, it is beneficial to detect metal toxicity before significant organ damage occurs. Determination of aluminum concentration in blood samples and interpretation of clinical findings did not provide clarity in the studies (Samir and Rashed, 2018). Therefore, liver and kidney function assessments were established to be the most effective method in this study.

Pomegranate rich nutritional content and therapeutic effectiveness have been the subject of research and are grown in many countries of the world (Vidal et al., 2003). Pomegranate is grown in different parts of Turkey. Pomegranate fruit is used by the public as fruit juice and ingestion of direct fruit. Pomegranate juice (PJ) has several flavonoids as an antioxidant and mineral materials as sodium and potassium (El Kar et al., 2011). Pomegranate has therapeutic properties on metabolism with its high polyphenol content (Matthaïou et al., 2014). The effects of PJ on systolic blood pressure and the enzymes such as angiotensin that regulate (Stowe, 2011) it prompted us to investigate electrolyte levels in aluminum-induced toxicity in this study. In a previous study, PJ consumption diminished the LDL aggregation, . It was shown that regular PJ intake can regulate cholesterol metabolism (Manthou et al., 2017). However, depending on time and concentration, the effects of PJ against aluminum toxicity on the lipid profile synthesized in the liver remain unclear.

The Liver function biomarkers are the first test used to evaluate cell damage due to metal toxicity, and it is the main organ involved in lipid synthesis and detoxification reactions. The kidney function markers are biomonitor that show whether toxic substances

are eliminated or not, and kidney is the target organ in which electrolyte metabolism is regulated. Therefore, we designed to measure biochemical parameters in rat serum such as electrolyte levels, kidney and liver function test, and lipid profile to analyze the effects of PJ towards  $AlCl_3$  induced hepato-nephrotoxicity in wistar albino rats.

## MATERIAL and METHODS

In our research, 28 healthy Wistar Albino adult male rats used (weighing  $250 \pm 30$  g) provided from the Medical and Surgical Experimental Research Center, Adiyaman, Turkey. The rats were followed during the experiment in special rooms where temperature ( $25 \pm 2$  ° C), humidity ( $45 \pm 5\%$ ) and 12 hour light / dark cycle were controlled and in clean polycarbonate cages. Research involving animals complied with all relevant national regulations and institutional policies (Adiyaman University, Animal Experiments Local Ethics Committee.) for the care and use of animals. (038/2019).

### Experimental Procedure

The study was carried out using seven rats in each group, divided into four groups as follows:

- Group I (control), Saline application (1ml) was performed intraperitoneally every other day for 30 days;
- Group II (PJ), For 30 days, pomegranate juice 4 ml/kg was applied with orogastric catheter every other day;
- Group III ( $AlCl_3$ ), Aluminum chloride ( $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ ) was administered intraperitoneally at 8.3 mg/kg every other day for 30 days;
- Group IV ( $AlCl_3$  + PJ), Aluminum was administered intraperitoneally at 8.3 mg/kg and pomegranate juice 4 ml/kg with orogastric catheter every other day for 30 days.

PJ was freshly prepared before the experiment and administered at 4 ml/kg doses (Hadipour and Mozaffari, 2010). Pomegranate fruit were obtained from Adiyaman in Turkey. Also,  $AlCl_3$  was newly prepared just before the experiment and was administered to rats at a concentration of 8.3 mg/kg (Ozkaya et al., 2014) Rats were anaesthetized with an intramuscular injection ketamine+xylazine (at doses of 70 mg/kg and 10 mg/kg, respectively).

### Biochemical Measurements

At the end of experiments, rats were euthanized by decapitation after 30 days from the beginning of the experiment, blood samples were collected and the serum was separated by centrifugation for 15min at 3500 rpm and stored at (80 °C). Also, the serum was taken from the blood allocated to biochemistry tubes without anticoagulant and was run on an automatic

analyzer for the measurement of biochemical parameters.

Serum electrolyte levels namely; sodium (Na), potassium (K), Chlorine (Cl), calcium (Ca), magnesium (Mg), Iron. Renal and hepatic function biomarker levels namely blood urea nitrogen (BUN), creatinine (Crea), Uric acid (UA) and liver function such as total bilirubin (T-BIL), direct bilirubin (D-BIL), total protein (TP), Albumin (Alb), aspartate transaminase (AST), alanine transaminase (ALT) and lipid profile such as triglyceride (TG), Cholesterol (Chol), low density lipoprotein (LDL) and high density lipoprotein (HDL) measurements were performed using a Roche COBAS C702 auto analyzer (Roche Diagnostics, Germany) in Kırşehir Ahi Evran University Biochemistry Laboratory. All procedures were performed according to the manufacturers'

instructions.

### Statistical Analyses

SPSS Version 21 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA) and Graphpad Prism 7 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA) program was applied for the statistical analysis and graphic of biochemical measurements. The values were shown as mean±standard deviation for results. All data were checked for the normality by using the Kolmogorov Simirnov and Shapiro-Wilk tests. Data conforming to normal distribution, one-way ANOVA and TUKEY test for multiple comparison was performed, but to data that is not compatible with normal distribution, Kruskal-Wallis and Dunn's test for multiple comparison test was performed. P<0.05 was considered significant statistically.

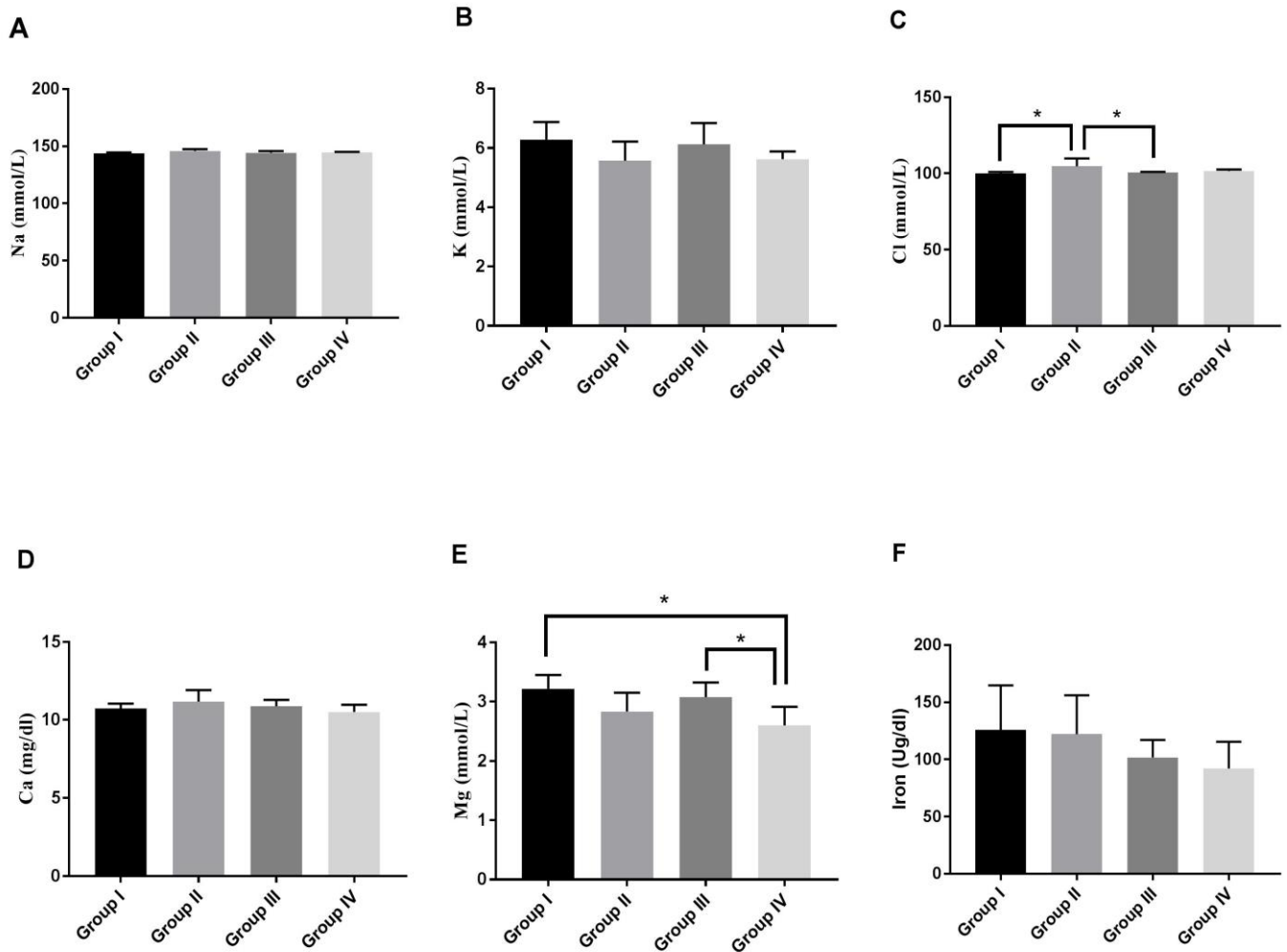


Figure 1. The effects of pomegranate juice on electrolyte levels in rats exposed to aluminum-induced toxicity. A: Na (sodium), B: K (potassium), C: Cl (chloride), D: Ca (calcium), E: Mg (magnesium), F: Iron. The values are displayed as mean±SD (n=7). \*: significant change at p< 0.05.

Şekil 1. Alüminyum kaynaklı toksisiteye maruz kalan sıçanlarda nar suyunun elektrolit düzeyleri üzerine etkileri. A: Na (sodyum), B: K (potasyum), C: Cl (klorür), D: Ca (kalsiyum), E: Mg (magnezyum), F: Demir. Değerler ortalama±SD (n=7) olarak gösterildi. \*: p< 0.05'te anlamlı farklılık.

## RESULTS

### The Effects of Pomegranate Juice on Electrolyte Levels in Rats Exposed to Aluminum-Induced Toxicity

The electrolyte levels were measured in order to quickly assess cytosolic pressure and acid-base balance. The therapeutic and protective effects of PJ on electrolyte levels in rats exposed to aluminum-induced toxicity were shown in Fig 1. No significant differences were found in the serum levels of minerals such as Na, K, Ca and Iron in the between groups. There was a significant increase in chloride levels in the group II ( $104.7\pm 5.1$ ). Magnesium levels in group IV ( $2.6\pm 0.31$ ) were statistically lower compared to group III ( $3.07\pm 0.24$ ) and group I ( $3.21\pm 0.23$ ). We thought that although the rich mineral content of PJ

did not significantly affect electrolyte levels, the chloride increase was due to  $AlCl_3$ .

### Pomegranate Juice Ameliorates Kidney Function in Rats Exposed to Aluminum-Induced Toxicity

In the light of our findings, the comparison of serum BUN, UA and CREA levels between the groups for the evaluation of renal functions is shown in Figure 2. The levels of BUN and CREA in the Al treated rat were significantly increased compared to the group II and group IV ( $p<0.05$  and  $p<0.01$ , respectively). There was no statistically significant difference in UA levels between the groups.  $Al^{+3}$  toxicity affected the kidney by causing serious damage at BUN and CREA levels. This damage was observed to be reduced by PJ.

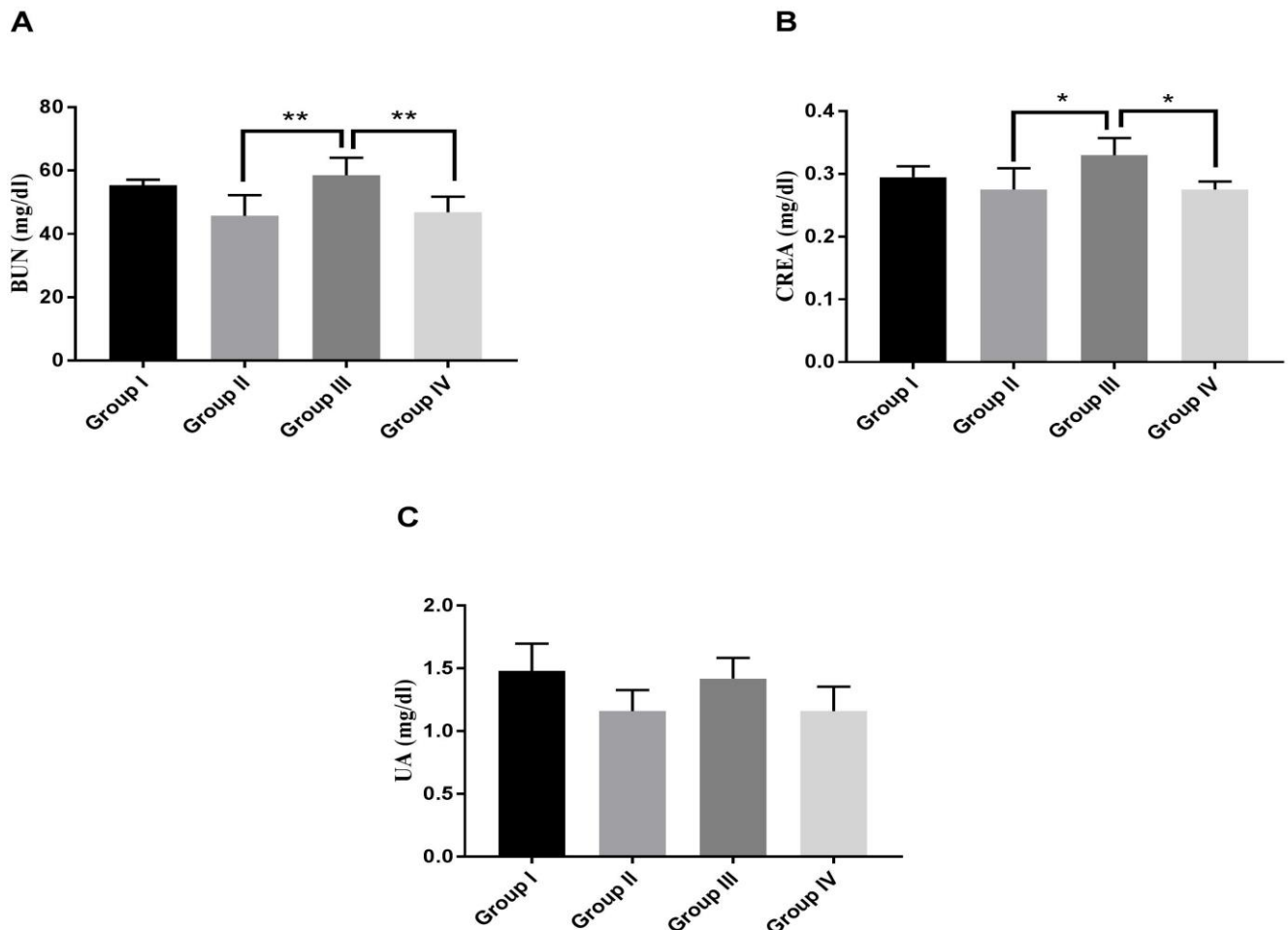


Figure 2. The effects of pomegranate juice on renal function in rats exposed to aluminum-induced toxicity. A: BUN, B: CREA, C: UA. The values are mean $\pm$ SD (n=7). \*, \*\*: significant change at \*p < 0.05, \*\*p < 0.01

Şekil 2. Alüminyum kaynaklı toksisiteye maruz kalan sıçanlarda nar suyunun böbrek fonksiyonu üzerindeki etkileri. A: BUN, B: CREA, C: UA. Değerler ortalama $\pm$ SD'dir (n=7). \*, \*\*: \*p < 0.05, \*\*p < 0.01'de anlamlı farklılık.

### Pomegranate Juice Modulates Liver Function Test in Rats Exposed To Aluminum-Induced Toxicity

The ALT, AST, total and direct bilirubin levels were

profound to liver function and biliary obstruction. As seen Fig. 3, There was no statistically large distinction within the bilirubin metabolism control

versus other groups. ALT and AST levels were notably elevated in the group III versus group II ( $p < 0.01$ ). Albumin and total protein levels were statistically higher in group II given PJ.

### The Effects of Pomegranate Juice on Lipid Profile in Rats Exposed to Aluminum-Induced Toxicity

As observed in Figure 4, when evaluating lipid profile parameters (TRIG, CHOL, LDL and HDL), it was shown that there was no significant TRIG and HDL levels difference between groups. The CHOL ( $57.2 \pm 4.65$ ) and LDL ( $8.01 \pm 4.06$ ) levels were

statistically lower in group II given PJ versus other groups.

### DISCUSSION

Aluminum exposure on human metabolism might be from distinct sources such as ingesting water, vaccine, consuming food stuff and cosmetics (Celik et al., 2012) Aluminum chloride taken into consideration as non-hazardous metal for a protracted time, however extra interest has been centered on its negative outcomes on in vivo studies (Imam et al., 2016).

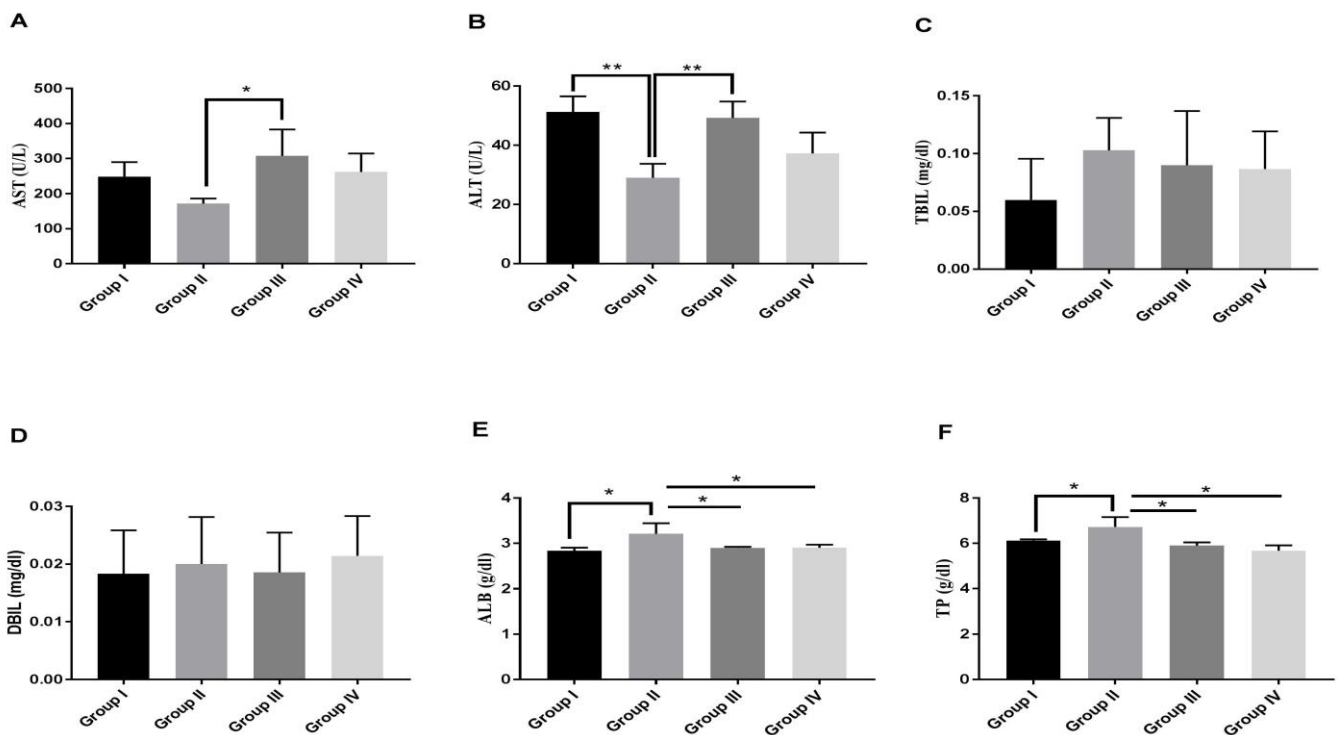


Figure 3. The effects of pomegranate juice on liver function and protein levels in rats exposed to aluminum-induced toxicity. A: AST, B: ALT, C: TBIL, D: DBIL, E: ALB, F: TP. Values are mean $\pm$ SD (n=7). \*: significant change at \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$

Şekil 3. Alüminyum kaynaklı toksisiteye maruz kalan sıçanlarda nar suyunun karaciğer fonksiyonu ve protein düzeyleri üzerine etkileri. A: AST, B: ALT, C: TBIL, D: DBIL, E: ALB, F: TP. Değerler ortalama $\pm$ SD'dir (n=7). \*, \*\*: \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ 'de anlamlı farklılık.

Regulation of extracellular fluid volume, provision of appropriate acid-base balance, serum osmolality levels are carried out by electrolyte metabolism. In the previous study, application of PJ did not cause any change in serum electrolyte levels between the groups after 7, 15, and forty-five days (Ilbey et al., 2009). The PJ decreased electrolyte levels such as K, Ca and P and increased Na levels in rabbits induced by nicotine toxicity (Aboulgasem and Azab, 2015). Hozayen et al. reported that rosemary extract with a significant content, such as pomegranate, caused a significant increase in serum sodium and a decrease in potassium levels in aspartame-induced rats

(Hozayen et al., 2014). Abd Elmonem (2014) observed that pomegranate supplementation regulates Ca electrolyte levels. Similarly, PJ provided an increase in Ca levels on bone metabolism (Parvin et al., 2014). In the aluminum-induced toxicity study, Na<sup>+</sup>/ K<sup>+</sup> ATPase and Mg<sup>2+</sup> ATPase activities were significantly decreased, and intracellular and extracellular ion exchange damage occurred (Sumathi et al., 2011). According to the data we observed, the aluminum toxicity did not significantly affect the electrolyte levels, and although PJ has rich mineral content, it provided stability in electrolyte levels, unlike the mentioned studies.

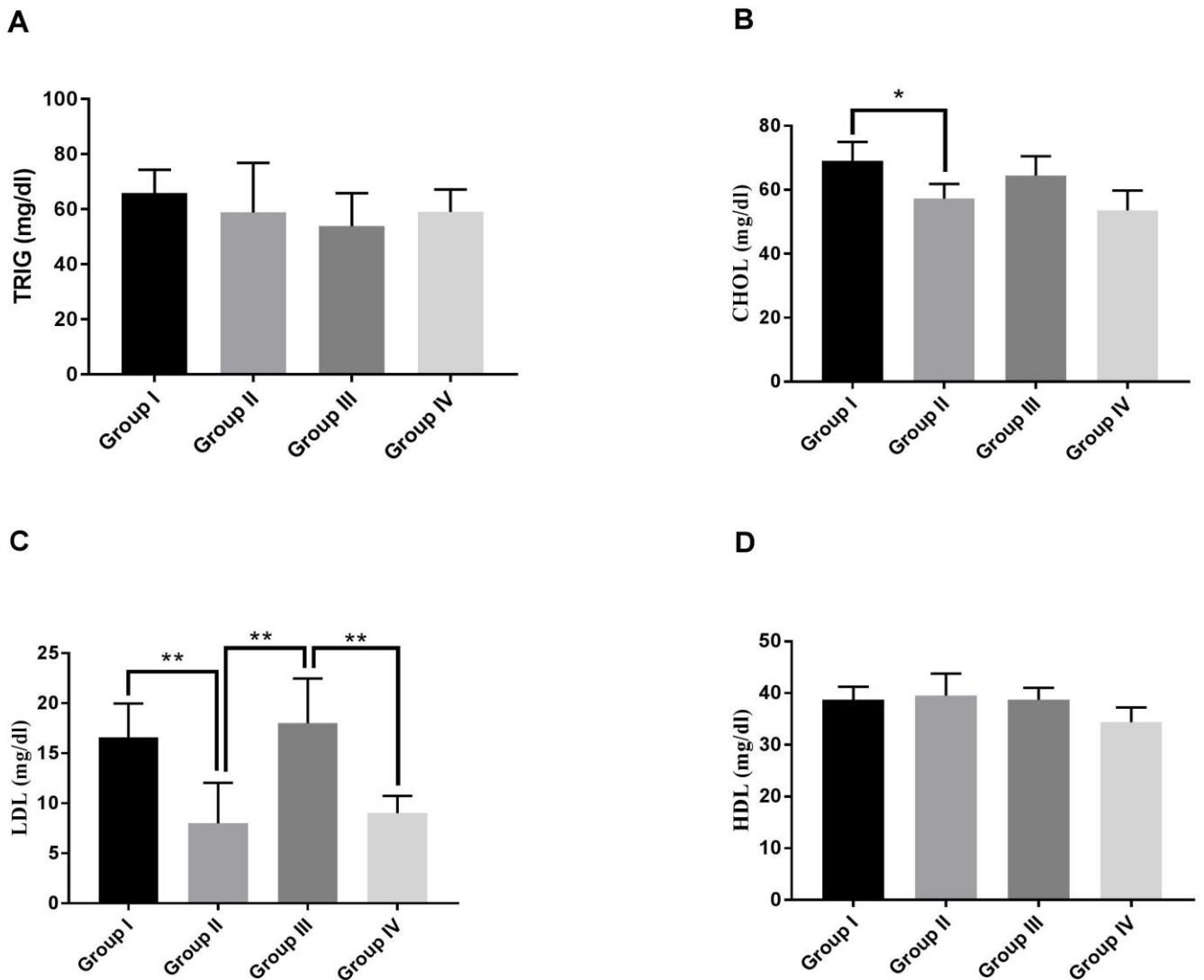


Figure 4. The effects of pomegranate juice on lipid profile in rats exposed to aluminum-induced toxicity. A: TRIG, B: CHOL, C: LDL, D: HDL. The values are mean±SD (n=7). \*, \*\*: significant change at \*p < 0.05, \*\*p < 0.01

Şekil 4. Alüminyum kaynaklı toksisiteye maruz kalan sıçanlarda nar suyunun lipid profili üzerindeki etkileri. A: TRIG, B: CHOL, C: LDL, D: HDL. Değerler ortalama±SD'dir (n=7). \*, \*\*: \*p < 0.05, \*\*p < 0.01'de anlamlı farklılık.

The liver is the essential organ in which chemical, xenobiotics and metals are detoxified further to the synthesis reactions critical for metabolism, even as the kidney presents the removal and elimination of those poisonous materials in reference to the liver. In the light of this information, AlCl<sub>3</sub> exposure caused changes in our biochemical results, which are specific indicators of liver function. In Balgoon's study (2019), AlCl<sub>3</sub> administration substantially increased serum ALT, AST, ALP, and bilirubin and reduced albumin and total protein levels. In previous studies, high doses of AlCl<sub>3</sub> exposure caused liver damage, impaired metabolic functions and altered protein synthesis. This was in agreement with the our findings (Imam et al., 2016; Niedworok and

Fijałkowski, 2004; Azza et al., 2017; Al-Hashem, 2009; Parasuraman et al., 2020). The BUN, CREA and UA levels use to acute and chronic renal damage and test the renal functions. The changed levels of these biomarkers representing that the animals applied with AlCl<sub>3</sub> have the risk of kidney injury (Al Dera, 2016). The nephrotoxicity induced by AlCl<sub>3</sub> is may be due to the accumulation of Al in the kidney, ultimately resulting in renal failure.

The role of PJ on biochemical parameters against long-term AlCl<sub>3</sub>-induced changes in both liver and kidney was also evaluated. In the neurotoxicity study, the protective application of pomegranate caused a significant decrease in BUN, CREA and UA levels (Moneim and El-Khadragy, 2013). Derik pomegranate



juice improved function tests such as ALT, AST, ALB and bilirubin, which increased in liver damage (Pirinççioğlu et al., 2014). It was stated that pomegranate juice reduces the hepato and renal function parameters caused by metal toxicity to normal levels against not only aluminum but also other metal toxicities (Hassanen et al., 2019). In another study, PJ altered BUN and CREA levels. It did not change the ALT and AST values. These contradictory results showed that PJ could affect liver and kidney function tests in the study without any presence of toxicity (Moneim et al., 2011).

In our toxicity study, we thought that lipid synthesis would be affected as a result of liver damage and that pomegranate could improve lipid levels due to its antilipidemic effects. In a previous study, aluminum exposure did not show an important change on the lipid profile (Parasuraman et al., 2020). On the other hand, Ghorbel et al. Stated that the abnormal results in lipase enzyme activity were caused by the application of AlCl<sub>3</sub> and therefore cholesterol levels increased (Ghorbel et al., 2017). AlCl<sub>3</sub> induced toxicity increased CHOL and TRIG levels. Thus, lipid metabolism in the liver was disrupted and it was observed that PJ managed to reduce the AlCl<sub>3</sub>-induced increase in lipid profile (Al-Hashem, 2009). In our findings, there was only a statistically significant difference in LDL and CHOL levels. Antilipidemic properties of pomegranate were demonstrated in in vivo studies. For example, consumption of PJ concentrate for eight weeks extensively decreased CHOL and LDL levels in diabetic patients with hyperlipidemia (Esmailzadeh et al., 2006; Sumner et al., 2005). A decrease in CHOL, TRIG and LDL serum concentrations of PJ given to rabbits was observed, while HDL levels increased (Aboulgasem and Azab, 2015).

## CONCLUSION

Our findings verify long-term aluminium exposure had toxic and harmful effects on electrolytes, minerals, lipid profile, liver and renal functions in the rat serum. The application of pomegranate juice confirmed a remarkable improvement in both these abnormalities in hepato-nephrotoxicity caused by aluminium and a protective effect. Therefore, we revealed that Pomegranate Juice could be an appropriate healing agent, especially in aluminium exposure from the environment and daily life activities.

## Researchers Contribution Rate Declaration Summary

HÇ and ÖA planned and designed the research. ÇÇ, ÖA, FK and GK provided help in the experiment. All authors discussed the results and contributed to the final manuscript.

## Conflicts of Interest Statement

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this article.

## REFERENCES

- Abd Elmonem HA 2014. Assessment the effect of pomegranate molasses against diazinon toxicity in male rats. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 8(2): 135-141.
- Aboulgasem GJ, Azab AE 2015. The potential protective effects of pomegranate juice against (S)-(-)-1-methyl-2-(3-pyridyl) pyrrolidine (+)-bitartrate salt induced serum biochemical changes in rabbits. *International Journal of Science and Research* 4(11): 360-371.
- Al Dera HS 2016. Protective effect of resveratrol against aluminum chloride induced nephrotoxicity in rats. *Saudi Medical Journal* 37(4): 369-378
- Al-Hashem F 2009. Camel's milk protects against aluminum chloride-induced toxicity in the liver and kidney of white albino rats. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology* 5(3): 98-109.
- Azza AA, Toqa ME, Abeer IAEF, Mona MK, Karema AE 2017. Comparative Study On The Influence Of Different Drugs And Nutrients Against Aluminium- Induced Nephrotoxicity And Hepatotoxicity In Rats. *International Journal of Current Research* 9(10): 58684-700
- Balagoon MJ 2019. Assessment of the protective effect of *Lepidium sativum* against aluminum-induced liver and kidney effects in albino rat. *BioMed Research International* 4516730.
- Celik H, Celik N, Kocyigit A, Dikilitas M 2012. The relationship between plasma aluminum content, lymphocyte DNA damage, and oxidative status in persons using aluminium containers and utensils daily. *Clinical Biochemistry* 45(18): 1629-1633.
- El Kar C, Ferchichi A, Attia F, Bouajila J 2011. Pomegranate (*Punica granatum*) Juices: Chemical composition, micronutrient cations, and antioxidant capacity. *J Food Sci* 76(6): C795-800.
- Esmailzadeh A, Tahbaz F, Gaieni I, Alavi-Majd H, Azadbakht L 2006. Cholesterol-lowering effect of concentrated pomegranate juice consumption in type II diabetic patients with hyperlipidemia. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 76: 147-151.
- Exley C 2013. Human exposure to aluminium. *Environmental Science: Processes & Impacts* 15: 1807-1816.
- Ghorbel I, Elwej A, Chaabane M, Jamoussi, K, Zeghal N 2017. Protective effect of selenium against aluminium chloride induced cardiotoxicity in rats. *Pharmaceutical and Biomedical Research* 3(2): 19-25.

- Hadipour JM, Mozaffari KR 2010. Chondroprotective effects of pomegranate juice on monoiodoacetate-induced osteoarthritis of the knee joint of mice. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives* 24(2): 182-185.
- Hassanen EI, Tohamy AF, Issa MY, Ibrahim MA, Farroh KY, Hassan AM 2019. Pomegranate Juice Diminishes The Mitochondria-Dependent Cell Death And NF-kB Signaling Pathway Induced By Copper Oxide Nanoparticles On Liver And Kidneys of Rats. *International Journal of Nanomedicine* 14: 8905.
- Hotez PJ, Corry DB, Strych U, Bottazzi ME 2020. COVID-19 vaccines: neutralizing antibodies and the alum advantage. *Nature Reviews Immunology* 20: 399-400.
- Hozayen WG, Soliman HAE, Desouky EM 2014. Potential protective effects of rosemary extract, against aspartame toxicity in male rats. *Journal of International Academic Research for Multidisciplinary*. 2(6): 111-125.
- Ibey YO, Ozbek E, Simsek A, Cekmen M, Somay A, Tasci AI 2009. Effects of pomegranate juice on hyperoxaluria-induced oxidative stress in the rat kidneys. *Renal failure* 31(6): 522-531.
- Imam TS, Khalifa HA, Hussein MM, Ali HA 2016. Aluminum-induced oxidative stress and hepatorenal impairment in male albino rats: possible protective trial with naringenin. *Life Science Journal* 13(1): 93-104.
- Kar F, Hacıoğlu C, Uslu S, Kanbak G 2019. Curcumin Acts as Post-protective Effects on Rat Hippocampal Synaptosomes in a Neuronal Model of Aluminum-Induced Toxicity. *Neurochemical research* 44(8): 2020-2029.
- Manthou E, Georgakouli K, Deli CK, Sotiropoulos A, Fatouros IG, Kouretas D, Jamurtas AZ 2017. Effect of pomegranate juice consumption on biochemical parameters and complete blood count. *Experimental and therapeutic medicine* 14(2): 1756-1762.
- Matthaiou CM, Goutzourelas N, Stagos D, Sarafoglou E, Jamurtas A, Koulocheri SD, Kouretas, D 2014. Pomegranate juice consumption increases GSH levels and reduces lipid and protein oxidation in human blood. *Food and Chemical Toxicology* 73: 1-6.
- Moneim AEA, Dkhil MA, Al-Quraishy S 2011. Studies on the effect of pomegranate (*Punica granatum*) juice and peel on liver and kidney in adult male rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(20): 5083-5088.
- Moneim AEA, El-Khadragy MF 2013. The potential effects of pomegranate (*Punica granatum*) juice on carbon tetrachloride-induced nephrotoxicity in rats. *Journal of physiology and biochemistry*, 69(3): 359-370.
- Nayak P 2002. Aluminum: impacts & diseases. *Environmental Research* 89: 101-115.
- Niedworok J, Fijałkowski P 2004. Effect of Long-Term Aluminium Chloride Intoxication on Selected Biochemical Parameters and Oxidative--Antioxidative Balance in Experimental Animals. *Polish Journal of Environmental Studies* 13(1): 41-3.
- Ozkaya A, Celik S, Yuce A, Şahin Z, Yilmaz Ö 2010. The effects of ellagic acid on some biochemical parameters in the liver of rats against oxidative stress induced by aluminum. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 16 (2): 263-268.
- Parasuraman S, Qin BNY, Hui LC, Benk JYK 2020. Effect of epigallocatechin gallate on aluminum chloride-induced changes in behavior, biochemical parameters, and spermatogenesis of Sprague-Dawley rats. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences* 9(1): 1-10.
- Parvin F, Monsefi M, Talaei KT 2014. Effect of Pomegranate Juice on Bone Calcium Content and Body Weight of Adult Mice. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences* 16(3): 64-66.
- Pirinççioğlu M, Kızıl G, Kızıl M, Kanay Z, Ketani A 2014. The protective role of pomegranate juice against carbon tetrachloride-induced oxidative stress in rats. *Toxicology and industrial health* 30(10): 910-918.
- Priest ND, Talbot RJ, Newton D, Day JP, King SJ, Fifield LK 1998. Uptake by man of aluminium in a public water supply. *Hum Exp Toxicol* 17: 296-301.
- Samir AM, Rashed LA 2018. Effects of occupational exposure to aluminium on some oxidative stress and DNA damage parameters. *Human & experimental toxicology* 37(9): 901-908.
- Stowe CB 2011. The effects of pomegranate juice consumption on blood pressure and cardiovascular health. *Complementary Therapies in Clinical Practice* 17(2): 113-5.
- Sumathi T, Shobana C, Kumari BR, Nandhini, DN 2011. Protective role of *Cynodon dactylon* in ameliorating the aluminium-induced neurotoxicity in rat brain regions. *Biological trace element research* 144(1-3): 843-853.
- Sumner MD, Elliott-Eller M, Weidner G, Daubenmier JJ, Chew MH, Marlin R, Ornish D 2005. Effects of pomegranate juice consumption on myocardial perfusion in patients with coronary heart disease. *American Journal of Cardiology*, 96: 810-814.
- Vidal A, Fallarero A, Peña BR, Medina ME, Gra B, Rivera F, Vuorela PM 2003. Studies on the toxicity of *Punica granatum* L. (*Punicaceae*) whole fruit extracts. *Journal of Ethnopharmacology* 89: 295 300.

## Aromatik Halkalı Bazı Fosfazenerin *Saccharomyces cerevisiae* L. Kültüründe Biyokimyasal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Ayşe Dilek ÖZŞAHİN<sup>1</sup>, Ayşe ERDOĞDU<sup>2</sup>, Oğuz Ayhan KIREÇCI<sup>3</sup>, Ökkeş YILMAZ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bitlis, <sup>2,4</sup>Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Elazığ, <sup>3</sup>Bitlis Eren Üniversitesi, Hizan MeslekYüksek Okulu, Bitlis

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1832-7082>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-5894-1442>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-2205-4758>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-1832-7082>

✉: molekuler@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada; yeni sentezlenmiş aromatik halkalı fosfazenerin *S. cerevisiae* kültür ortamında toplam protein, glutatyon S-transferaz (GST) ve doymamış yağ asitleri üzerinde ki etkisi belirlendi. Farklı fosfazen molekülleri kullanıldı. Deney grupları kontrol grubu ve fosfazen molekülleri grupları şeklinde düzenlendi. Ardından, *S. cerevisiae* kültürünün kontrol grubu dışında diğer kültürlerle 20 µg fosfazen ilave edildi. 30 °C de 72 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda hücre pelletleri ayrıldı ve Tris-ETDA tamponu homojenize edildi. Homojenizattan Glutatyon S-Transferaz (GST) ile total protein düzeyleri belirlendi. Hekzan/izopropanol karışımı ile elde edilen homojenattan da yağ asidi analizi yapıldı. Deney sonuçlarına göre, fosfazen molekülü ilave edilen maya hücrelerinde total protein değerleri ile GST değerlerinde paralel bir şekilde artış gösterirken, bazı gruplarda protein miktarında artış gözlemlendiği halde GST düzeyinde azalma saptandı. *S. cerevisiae* yağ asidi bileşimi içinde doymamış yağ asitlerinden oleik asit ile palmitoleik asitlerin yüksek düzeyde olduğu gözlemlendi. Fosfazenerin yağ asidi sentezi üzerinde hem azaltıcı yönde hem de artırıcı yönde etkili olduğu gözlemlendi. Sonuç olarak; yeni sentezlenmiş fosfazen moleküllerinin *S. cerevisiae*'da biyokimyasal parametreler üzerinde farklı etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur. Bu farklı etkinin fosfazenerin moleküler yapılarında ki farklılığa bağlı olarak açığa çıktığı düşünülmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 05.04.2021

Kabul Tarihi : 27.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

Fosfazen molekülleri

Glutatyon S-Transferaz

*Saccharomyces cerevisiae* L.

Total protein

Yağ asiti

## Determination of Biochemical Activities of Aromatic Cyclic Phosphatans in the Culture of *Saccharomyces cerevisiae* L.

### ABSTRACT

In this study; the effect of newly synthesized different aromatic cyclic phosphazenes on total protein, glutathione S-transferase (GST) and unsaturated fatty acids in *S. cerevisiae* culture medium was determined. The experimental groups were organized as control group, and phosphazen molecules groups, then, 20 µg of phosphazen was added to other cultures, except for the control group of *S. cerevisiae* culture. All treatments were incubated for 72 hours at 30 °C. At the end of incubation, cell pellets were separated and Tris-ETDA buffer was homogenized. Total protein levels were determined from Glutatyon S-Transferase (GST) from homogenized. The fatty acid was analyzed from the homogenate obtained with the hexane/isopropanol mixture. According to the results of the experiment, while the total protein values and GST values increased in parallel in the yeast cells to which the phosphazene molecule was added, a decrease in the GST level was found in some groups although the protein amount was increased. It was observed that high levels of oleic acid and palmitoleic acids were among the unsaturated fatty acids in the *S. cerevisiae* fatty acid composition. It was observed that phosphazenes had both a decreasing and increasing effect on the

### Research Article

#### Article History

Received : 05.04.2021

Accepted : 27.05.2021

#### Keywords

Fatty acid

GlutatyonS-Transferase

Phosphazene molecules

*S. cerevisiae*

Total protein

fatty acid synthesis compared to the molecular groups. It can be concluded that newly synthesized phosphosene molecules have different effects on biochemical parameters in *S. cerevisiae*. It was thought that this different effect occurs due to the difference in the molecular structure of the phosphocenes.

**Atıf İçin:** Özşahin AD, Erdoğan A, Kireççi OA, Yılmaz Ö 2022. Aromatik Halkalı Bazı Fosfazenlerin *Saccharomyces cerevisiae* L. Kültüründe Biyokimyasal Aktivitelerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 223-233. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.908393.  
**To Cite:** Özşahin AD, Erdoğan A, Kireççi OA, Yılmaz Ö 2022. Determination of Biochemical Activities of Aromatic Cyclic Phosphatans in the Culture of *Saccharomyces cerevisiae* L. KSU J. Agric Nat 25 (2): 223-233. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.908393.

## GİRİŞ

Fosfazenler; fosfor ve azotun bir araya gelmesiyle oluşan, kendilerine özgü moleküler yapıya sahip olan maddelerdir. Bu molekülleri oluşturan atomların arasında tekli ve çiftli bağlar bulunmaktadır. Fosfazenler; siklo, poli ve monofosfazenler olmak üzere üç kategoriye ayrılırlar. Daha kararlı yapıya sahip oldukları için, yoğun olarak monofosfazenler yapılan çalışmalarda tercih edilmiştir. Ancak içerik olarak en iyi tanımlanan siklo ve polifosfazen molekülleridir (Koran ve ark., 2014).

İnorganik yapılu fosfazen bileşikleri morfolojik olarak; lineer, halkalı veya polimerik olmak üzere 3'e ayrılır. Bu şekilde sınıflandırılmasının temel nedeni azot-fosfor atomlarının tekrarlı yapı oluşturmalarıdır. Ayrıca fosfora bağlanan organik yapılu bazı gruplarla oluşturmuş oldukları etkileşim ve yer değiştirmeler sonucu farklı özellikler ihtiva eden fosfazenler sentezlenebilmektedir (Gudasi ve ark., 2007). Fosfazenlerin birbirinden farklı özellikleri ve etkileşimleri bulunmaktadır. Yüksek ısıya karşı dayanıklılık, antimikrobiyal, yangına karşı geciktirici-söndürücü etki ve katalizör etkisi gibi özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler fosfazenlerin, endüstri ve tıp alanlarında kullanılmasını sağlamıştır (Atalan, 2016). Günümüzde kanser çalışmalarında kemoterapik ajan olarak fosfazenler kullanılmaktadır (Coşkun, 2011). Bazı fosfazenler de zararlıları bitkilerden uzaklaştırmak ve toprak verimini arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (Özen ve ark., 2014).

1900'lü yılların sonlarına doğru fosfazen bileşikleriyle ilgili yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Halkalı fosfazenlerle başlanmış olan bu çalışmalar günümüzde geliştirilen tekniklerle artış göstermiştir (Dumanoğulları, 2006). Farklı özelliklere sahip olan fosfazenler yapılarındaki bağlamalara göre değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlikler fosfazenler için farklı kullanım alanı oluşturmaktadır. Fosfazenler ve ökaryotik hücre yapısında olan *S. cerevisiae* L. (ekmek mayası) ile çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarla; doymamış yağ asitleri, ergosterol ve diğer toksik maddelerin etkilerinin araştırılmasında ve incelenmesinde kolaylıklar sağlanmıştır (Ribeiro ve

ark., 2000; Cabral ve ark., 2003).

Bu çalışmada; yeni sentezlenmiş fosfazen gruplarının *S. cerevisiae* hücre modeli üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Farklı aromatik halka yapısına ve moleküllerine sahip olan bazı fosfazen gruplarının *S. cerevisiae* kültür ortamlarında yağ asidi, total protein ve Glutathion-S-Transferaz (GST) analizleri yapılmış, bu yeni sentez maddelerin biyokimyasal parametreler üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Fosfazen Molekülleri

Bu moleküllerin sentezi TÜBİTAK tarafından desteklenen TBAG-107T407 nolu proje ile yapılmıştır.

### METOT

**FM1= 18.8 mg; FM2= 19.5 mg; FM3= 20.9 mg; FM4= 20.9 mg; FM5= 20.4 mg; T2= 20 mg; T2A= 20 mg; T2B= 20 mg; T2C= 20 mg** tartılarak 5 ml DMSO (dimetil sülfoksit)'da çözdürüldü. Kültür ortamına ekim yapılan kadar + 4 °C de bekletildi.

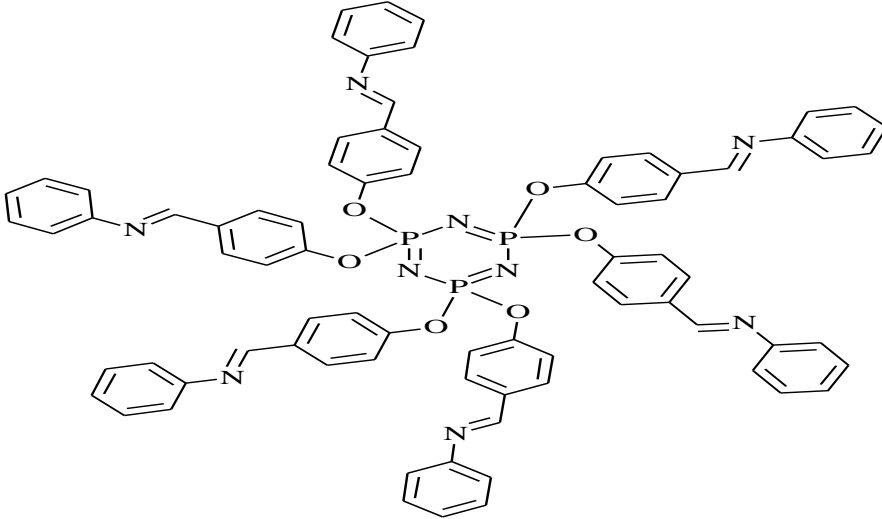
### Maya Kültür Ortamının Hazırlanması

Deneyde kullanılacak olan *S. cerevisiae* gelişimi ve çoğalması için YEPD (200 mL için; 2 g maya ekstraktı, 4 g baktipepton, 4 g glukoz ) besiyeri ortamı her grup için tekrar sayısı (n= 5) olacak şekilde hazırlandı (Dilsiz ve ark.,1997). Besiyeri ortamı hazırlandıktan sonra aşağıdaki gruplara ayrıldı:

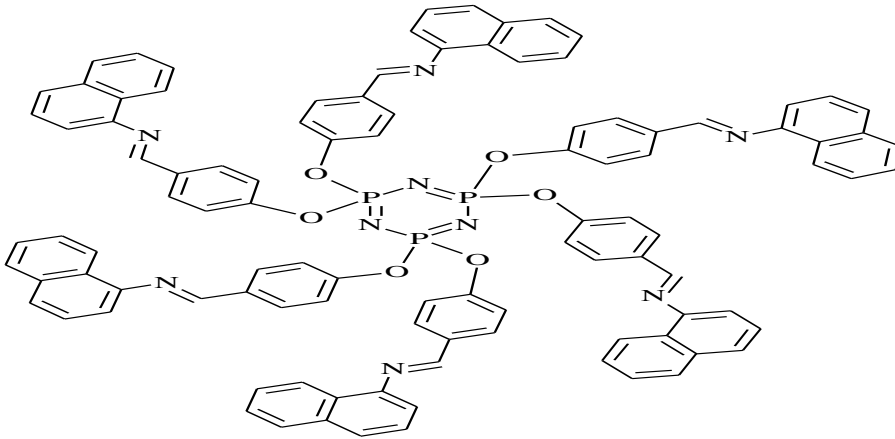
**Kontrol grubu:** Bu gruptaki *S. cerevisiae* hücreleri için, YEPD besiyeri ortamı hazırlandı.

**Fosfazen Uygulama Grupları:** Bu gruptaki *S. cerevisiae* hücreleri için, YEPD besiyeri ortamı içerisine maya hücresi inoküle edildikten sonra OD600 değerleri 0.4-0.6 civarına [yaklaşık olarak 1-3 10<sup>7</sup> hücre ml (Bergman, 2001) ulaşınca fosfazen maddelerin her birinden 20 µg miktarında eklenerek gruplar hazırlandı. Her fosfazen madde ayrı bir grup olarak belirlenip deneysel çalışma işlemi yürütüldü ve aşılama işleminden sonra kültürler 30 °C'de 72 saat inkübasyona bırakıldı. Bu sürenin sonunda

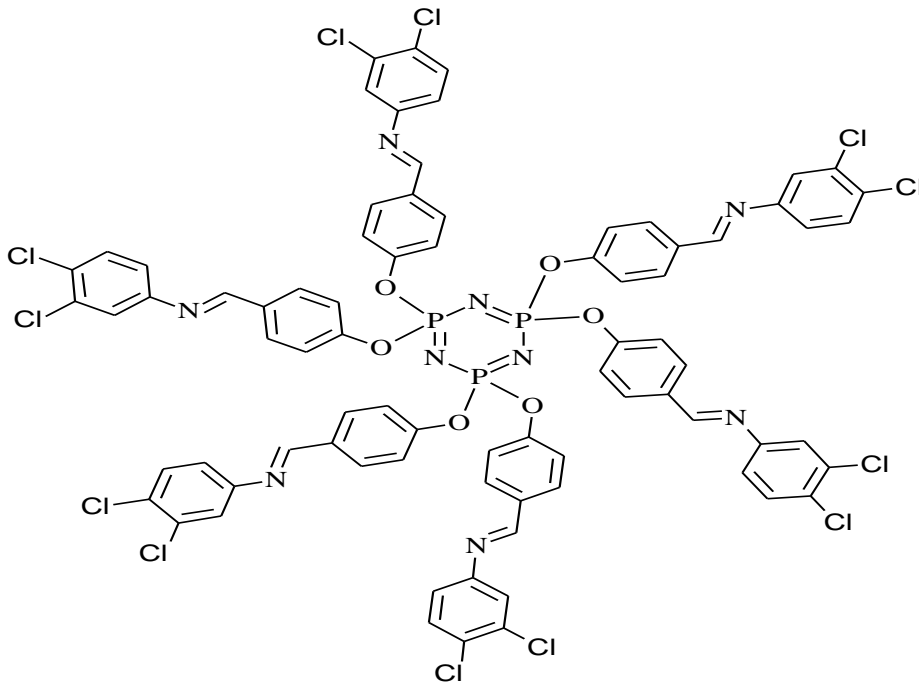




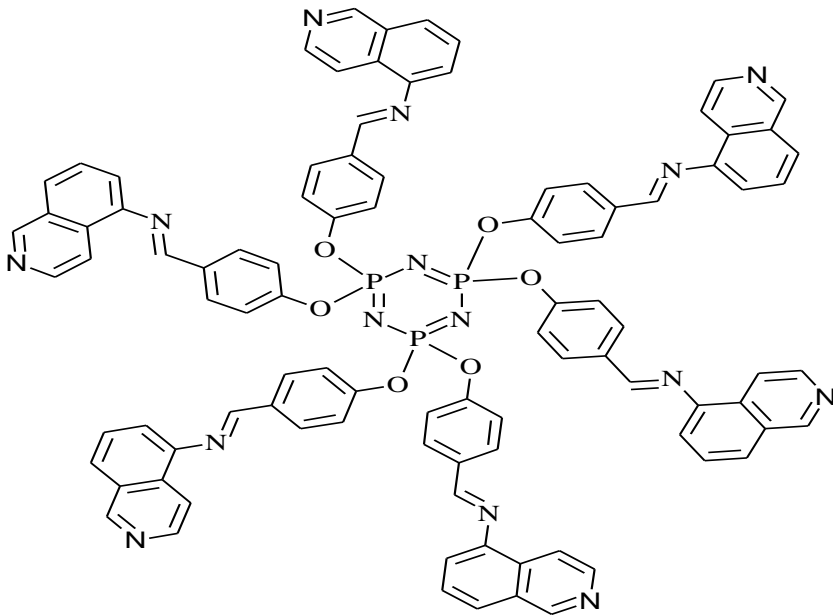
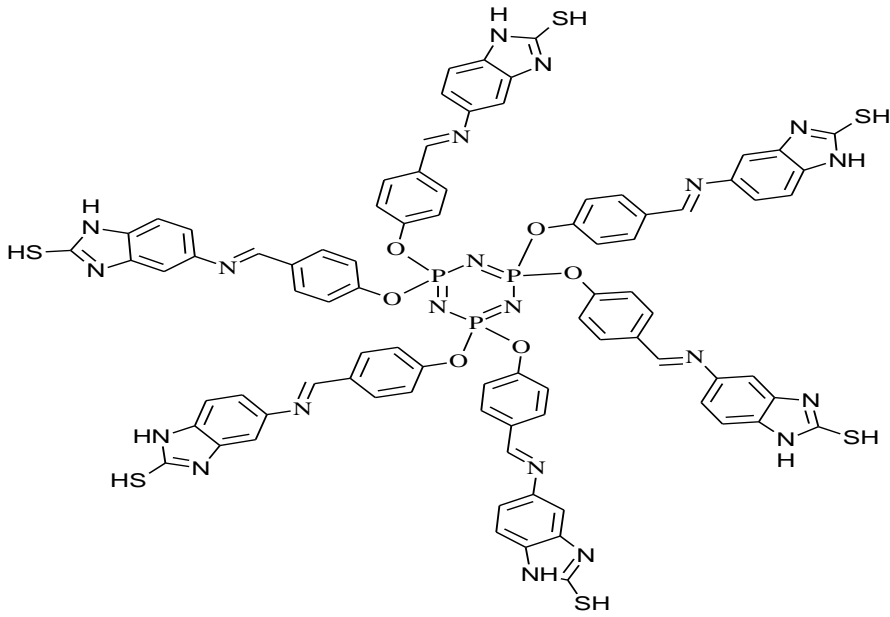
**FM1=** Hekza (4-fenil-iminometoksifenoksi) siklotrifosfazen, Molekül ağırlığı: 1312.288986



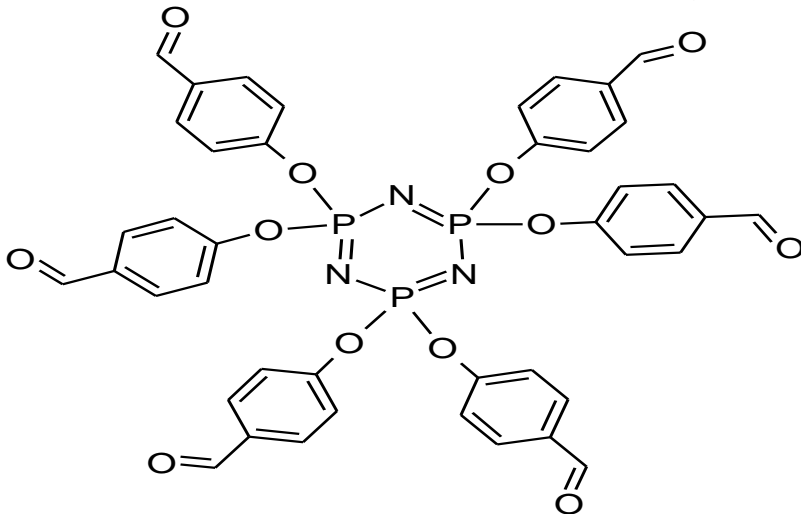
**FM2=** Hekza (4-naftil-iminometoksifenoksi) siklotrifosfazen, Molekül ağırlığı: 1612.641066



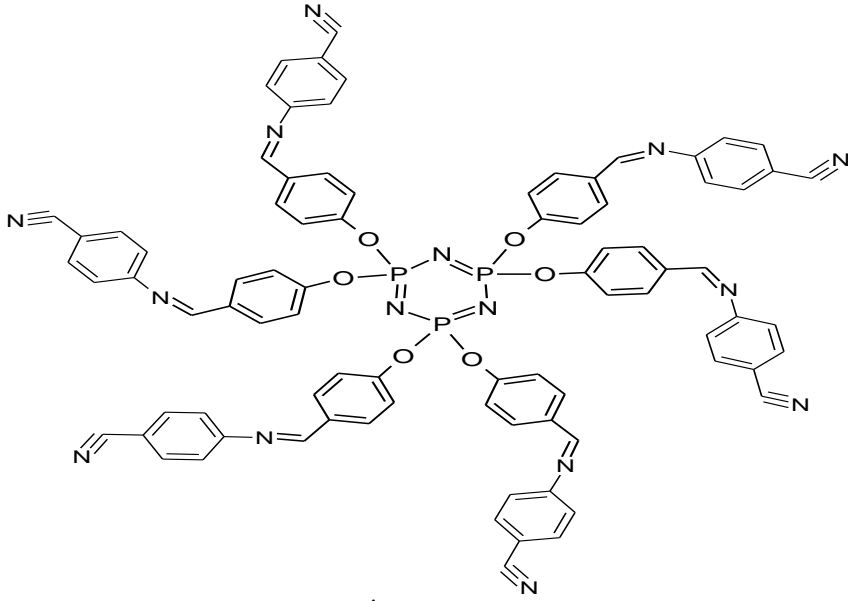
**FM3=** Hekza (biskloro-fenil-iminometilfenoksi) siklotrifosfazen, Molekül ağırlığı: 1725.629706



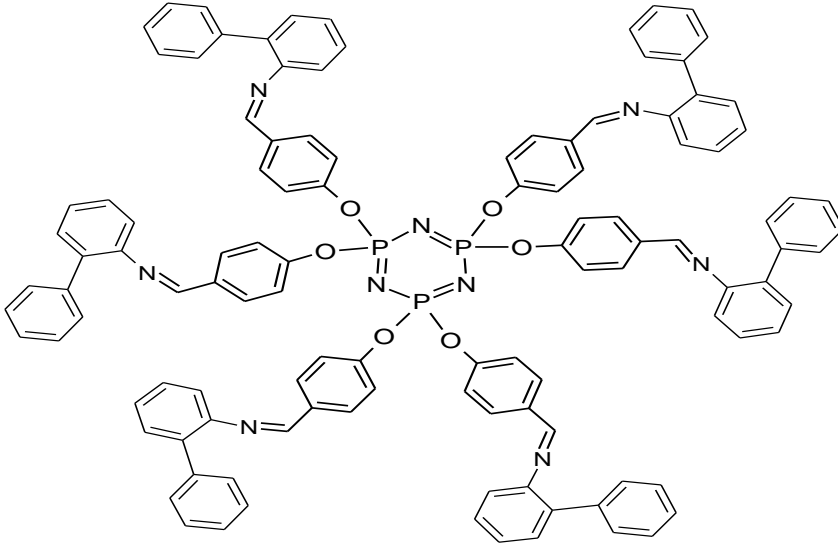
**FM5=** Hekza (indaziliminometilfenoksi) siklotrifosfazen, Molekül Ağırlığı: 1618. 569426



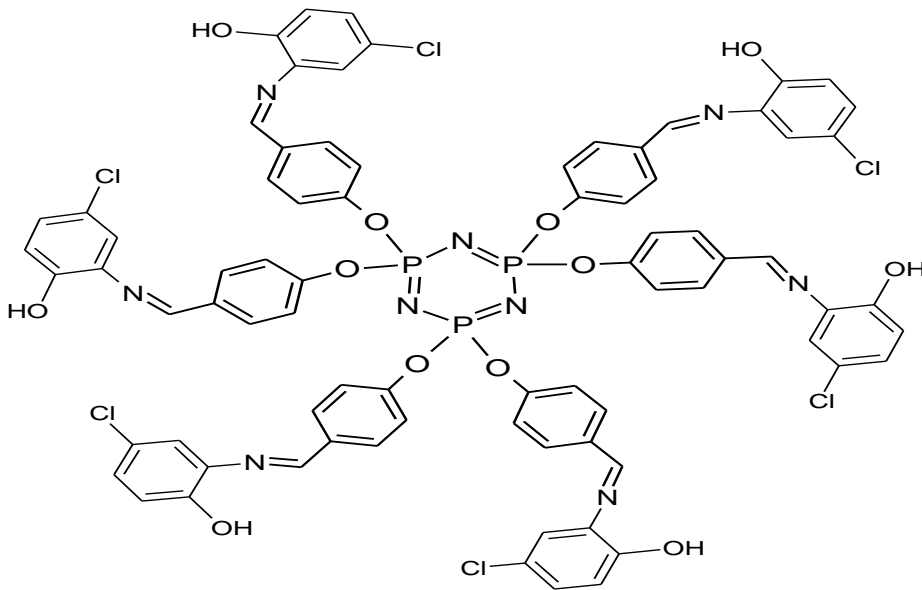
**T2=** Fenoksisiklotrifosfazen, Molekül ağırlığı:861.621786



**T2A= 4-aminobenzonitril (PHİDF1), Molekül ağırlığı:1462.345746**



**T2B= 2-aminobifenil (PHİDF2), Molekül ağırlığı:1768.864746**

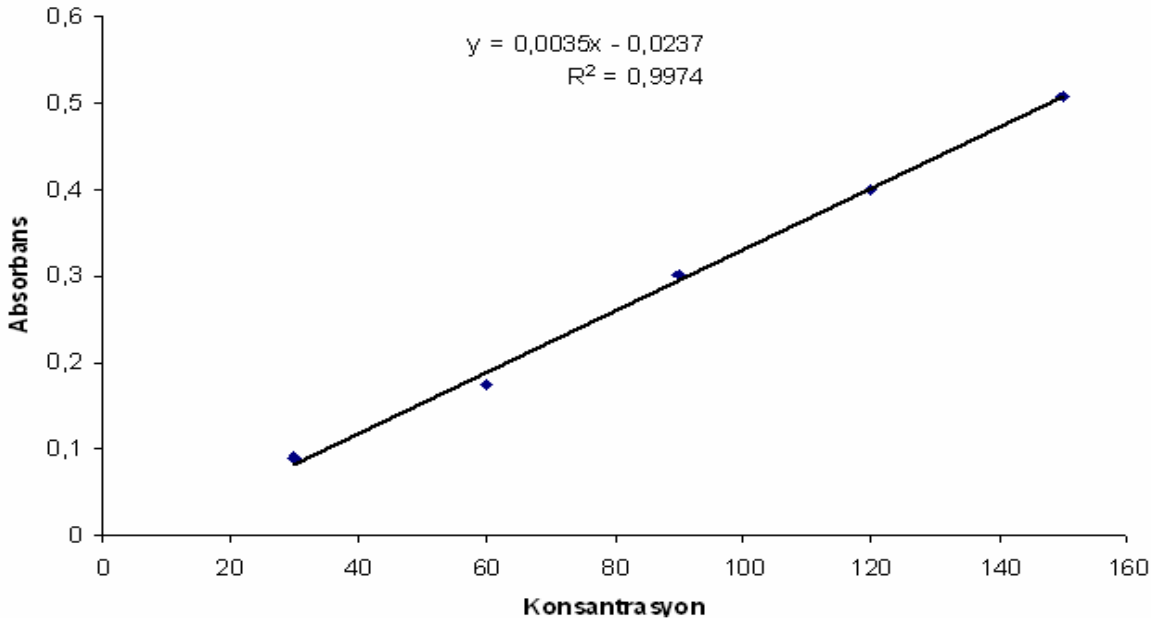


**T2C= 2-amino-4-klorofenol (PHİDF3), Molekül ağırlığı:1614.955746**

kültürler laboratuvar şartlarında 517 nm'de hücre yoğunlukları ölçüldükten sonra, 6000 rpm'de 5 dakika süreyle +4 °C'de santrifüj edilerek hücreler toplandı. Hücreler pellet olarak toplandıktan sonra yağ ağırlıkları belirlendi. Hücre pelletleri, 20 mM Tris HCl-baz (pH= 7.4) ve 20 mM EDTA karışımı ile homojenize edilip santrifüj edildikten sonra supernatant kısmı ile GST, pelet kısmı ile total protein ve yağ asidi ölçümleri yapıldı.

### Maya Hücresinde Total Protein Miktarının Ölçülmesi

Örneklerin total protein miktarlarının ölçümü Lowry (1950) yöntemine göre yapıldı. Gruplar 750 nm'de blank'a karşı okundu ve okunan değerlere göre Şekil 1'deki kalibrasyon eğrisi oluşturuldu. Örneklerin protein miktarları elde edilen bu kalibrasyon eğrisindeki denklem vasıtasıyla hesaplandı, sonuçlar (mg/g) şeklinde verildi.



Şekil 1. Protein kalibrasyon eğrisi  
Figure 1. Protein calibration curve

### Glutasyon S-Transferaz (GST) Enzim Aktivitesi Tayini

Glutasyon S-transferaz tayini Habig (1974) tarafından geliştirilen metoda göre yapılmıştır. GST'nin bütün izozimleri için 1-kloro-2,4-dinitrobenzen (CdNB) substrat olarak kullanılır. GST enzimi tarafından CdNB, indirgenmiş glutasyon (GSH) ile konjuge edilerek glutasyonun oksidasyonuna bağlı olarak 340 nm'de absorbans yükselmektedir. Enzim aktivitesinin tayini için 3 dakika boyunca 340 nm'de yükselen absorbanslar okunarak 340 nm'de ( $\epsilon=340: 9,6 \text{ mM cm}^{-1}$ ) 1 dakikada supernatantta bulunan 1 mg toplam protein başına oluşturulan tioeter miktarı belirlenmiştir.

### Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması

Hücre peleti örneklerinde yağ asidi ekstraksiyonu Hara ve Radin tarafından tanımlanan yöntemle yapıldı (Hara ve Radin, 1978). Doku örnekleri 3:2 (v/v) oranında heksan-isopropanol karışımı ile homojenize edildi. Homojenizasyon sonrası bu homojenat +4 °C'de 9050 × g'de 10 dk. santrifüj edilerek elde edilen üst kısımdan yağ asidi analizi yapıldı.

Yağ asidi bileşimini belirlemek için ayrılan örneklerin üzerine %2'lik metanolik sülfürik asitten ilave edildi, iyice karıştırılarak 55 °C'de 15 saat etüvde metilleşmeye bırakıldı (Christie, 1999). Süre sonunda tüpler etüvden çıkarıldı, soğuduktan sonra %5'lik NaCl ilave edilerek iyice karıştırıldı. Tüpler içinde oluşan yağ asidi metil esterleri heksan ile ekstrakte edildi ve heksan fazı üstten pipetle alınarak %2'lik potasyum bikarbonat ( $\text{KHCO}_3$ ) ile muamele edildi ve fazların ayrılması için 10 saat beklendi. Süre sonunda metil esterlerini içeren karışımların, 45 °C'de ve azot gaz akımı altında çözücüleri uçuruldu, 1 mL n-heptan ile çözüldü ve yağ asidi metil esterleri gaz kromatografisinde analiz edildi. Bu analiz için SP™-2380 kapiler GC kolon (L×ID. 30 m × 0,25 mm, df 0,20  $\mu\text{m}$ ) (Sigma) kullanıldı.

### Yağ Asidi Metil Esterlerinin Gaz Kromatografik Analizi

Lipit ekstraktı içindeki yağ asitleri metil esterlerine dönüştürüldükten sonra Shimadzu marka GC 2001 Plus gaz kromatografisi ile analiz edildi. Analiz sırasında kolonun sıcaklığı 148–218 °C, enjeksiyon sıcaklığı 245 °C ve dedektör sıcaklığı 290 °C olarak



tutuldu. Kolon sıcaklık programı 148 °C'den 218 °C'ye kadar programlandı. Sıcaklık artışı 180 °C'ye kadar 5 °C dk<sup>-1</sup> ve 200 °C'den 218 °C'ye kadar 4 °C dk<sup>-1</sup> olarak ayarlandı. 218 °C'de 4 dakika tutulacak ve toplam süre 28 dakika olarak belirlendi. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanıldı. Analiz sırasında örneklere ait yağ asidi metil esterlerinin analizinden önce, standart yağ asidi metil esterlerine ait karışımlar enjekte edilerek, her bir yağ asidinin alıkonma süreleri belirlendi. Bu işlemten sonra gerekli programlamalar yapılarak örneklere ait yağ asidi metil esterlerinin analizleri yapıldı (Tvrzicka ve ark., 2002).

### İstatistiksel Analizler

İstatistik analizleri için, SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanıldı. Kontrol grubu ile deneysel gruplar arasındaki karşılaştırmada ANOVA (tek yönlü varyans analizi; one-way ANOVA) testi ve grupların kendi aralarındaki karşılaştırılmasında ise LSD testi kullanıldı. Sonuçlar; ortalama ± SEM olarak verildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi için p değerleri dikkate alınarak p<0.05 olarak kabul edildi.

**Çizelge 1.** FM grubu fosfazenlerin GST ve total protein değerlerinin kontrol grubuna göre değişimi

**Table 1.** Changes in GST and total protein values of FM group phosphasens compared to the control group.

	Kontrol	FM1	FM2	FM3	FM4	FM5
Total Protein (mg/g pellet)	19.80±14.74	24.72±27.19 <sup>b</sup>	31.08±0.40 <sup>c</sup>	35.32±0.76 <sup>c</sup>	59.65±0.64 <sup>d</sup>	69.10±0.36 <sup>d</sup>
GST (ug/g)	0.28±0.00	0.55±0.00 <sup>d</sup>	0.42±0.01 <sup>c</sup>	0.44±0.00 <sup>c</sup>	0.45±0.00 <sup>c</sup>	0.47±0.00 <sup>c</sup>

**b:** p<0.05 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan kısmen önemli

**c:** p<0.01 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önem derecesi yüksek

**d:** p<0.001 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan belirgin düzeyde önemli

**Çizelge 2.** T2 grubu fosfazenlerin GST ve total protein değerlerinin kontrol grubuna göre değişimi

**Table 2.** Changes in GST and total protein values of T2 group phosphazens compared to the control group

	Kontrol	T2	T2A	T2B	T2C
Total Protein (mg/g pellet)	54.61±0.67	76.75±1.02 <sup>d</sup>	84.31±1.25 <sup>d</sup>	79.41±0.37 <sup>d</sup>	101.86±0.63 <sup>d</sup>
GST (ug/g)	0.45±0.00	0.48±0.00 <sup>a</sup>	0.65±0.01 <sup>d</sup>	0.59±0.00 <sup>d</sup>	0.24±0.00 <sup>d</sup>

**a:** p>0.05 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli değil

**d:** p<0.001 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan belirgin düzeyde önemli

Fosfazen moleküllerinin moleküler yapıları incelendiğinde yan zincirlerinde; FM1 ve FM2'de sadece aromatik halkalar, FM3'de aromatik halkaya bağlı Cl molekülleri, FM4'de SH grupları, FM5'de ise aromatik halkada NH grubunun bulunduğu gözlenmiştir (Şekil 1-5). Bu maddelerin ilave edildiği kültür ortamlarındaki biyokimyasal parametreleri incelendiğinde; total protein düzeylerinde kontrol grubuna göre artış gözlenmiş ve buna paralel olarak da GST miktarı da yükselmiştir (Tablo 1). Total protein artışının GST düzeyi artışına etkisi olduğu söylenebilir. Bu maddelerin moleküler yapıları kimyasal olarak incelendiğinde yalnızca FM4'ün elektron verici özellikte olduğu görülmektedir, ancak maya hücresi moleküler farklılığı dikkate alınmadan

### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### Fosfazen Gruplarının *Saccharomyces cerevisiae* Hücrelerinin Total Protein ve GST Seviyesi Üzerindeki Etkisi

Farklı özellikte aromatik halka taşıyan fosfazenlerin; *S. cerevisiae*'de total protein miktarının kontrol grubuna göre bütün fosfazen moleküllerinde yüksek olduğu tespit edildi (p<0.05, p<0.01, ve p<0.001). Artışın en yüksek olduğu fosfazen moleküllerin FM2-FM3'de önemli düzeyde (p<0.01) ve FM4'de ise belirgin düzeyde yüksek olduğu saptandı (p<0.001). GST enzim sonuçlarının da kontrol grubuna göre yüksek olduğu gözlemlendi (p<0.01 p<0.001) (Çizelge 1).

T2 grubu fosfazenlerin GST ve total protein değerleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığı zaman, fosfazen ilave edilen bütün gruplarda total protein miktarının yüksek olduğu belirlendi (p<0.001). GST düzeyinin ise, T2A-T2B gruplarında yüksek olduğu halde (p<0,001), T2C grubunda belirgin düzeyde azaldığı belirlendi (p<0.001) (Çizelge 2).

bütün maddelere aynı tepkiyi vermiştir. GST enziminin toksik etkili molekülleri temizleme özelliği dikkate alınırca, bu enzim miktarının artması moleküllerin maya hücresi için zararlı etki yaptığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Nedjoud ve ark., (2013) yaptıkları bir araştırmada çinko uygulamasının *S. cerevisiae* mayasında GST enzim aktivitesini kontrol grubuna göre artırdığını ortaya koymuşlardır. *S. cerevisiae*'nin gelişme ortamına ağır metallerin uygulanması sonucu biyokimyasal parametrelerindeki değişiklikleri belirlemek için yapılan bir çalışmada; ağır metal uygulamalarının GST enzim aktivitesini belirgin oranda arttırdığı saptanmıştır (Kireççi 2018).

Yapılan araştırmada; total protein miktarı üzerine

fosfazen gruplarının önemli düzeyde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Oksidatif stres karşısında sentezlenen proteinlerin ya da hasara uğramış proteinlerin hücrede birikimine sebep olabileceğini daha önce yapılan çalışmalar ile bildirilmiştir (Vincent ve ark., 2004). Kullanılan fosfazenlerin etkisi ile hücrede anormal protein birikimi oluşabilir. Bu birikim hücrede protein düzeyinin artışı ile sonuçlanmaktadır. Bununla birlikte oksidatif strese karşı hücrelerde yeni proteinlerin sentezi de protein düzeyinde artışa neden olabilmektedir. Bu hipotez literatürde bazı araştırmacılar tarafından desteklenmektedir. Tamarit ve ark., (1998), oksidatif strese bağlı olarak bir grup oksitlenmiş proteinin ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

### Fosfazen Gruplarının *Saccharomyces cerevisiae* Hücresinin Yağ Asidi Profili Üzerindeki Etkisi

Aromatik halka taşıyan fosfazenlerin *S. cerevisiae*'nin yağ asidi bileşimi üzerine etkilerine bakıldığında;

**Tablo 3.** FM grubu fosfazen moleküllerin yağ asidi sonuçlarının kontrol grubuna göre değişimi (%)

**Table 3.** Change of fatty acid results of FM group phosphase molecules compared to the control group (%)

Yağ asitleri	Kontrol	FM1	FM2	FM3	FM4	FM5
8:0	1.89±0.01	1.75±0.02 <sup>a</sup>	3.63±0.21 <sup>d</sup>	3.21±0.03 <sup>d</sup>	5.17±0.08 <sup>d</sup>	2.07±0.04 <sup>a</sup>
12:0	4.15±0.13	6.13±0.17 <sup>d</sup>	3.52±0.26 <sup>a</sup>	4.31±0.11 <sup>a</sup>	5.32±0.54 <sup>a</sup>	6.19±0.21 <sup>d</sup>
14:0	6.74±0.22	6.60±0.14 <sup>a</sup>	5.430±0.40 <sup>b</sup>	7.42±0.39 <sup>a</sup>	7.30±0.50 <sup>a</sup>	7.21±0.39 <sup>a</sup>
16:0	43.02±0.28	41.98±0.63 <sup>a</sup>	36.60±0.93 <sup>d</sup>	42.01±0.68 <sup>a</sup>	39.25±0.99 <sup>c</sup>	42.73±0.63 <sup>a</sup>
16:1, (n-7)	6.89±0.28	7.47±0.20 <sup>a</sup>	6.27±0.21 <sup>a</sup>	6.07±0.24 <sup>b</sup>	5.71±0.18 <sup>c</sup>	6.88±0.29 <sup>a</sup>
17:0	0.10±0.00	0.10±0.00 <sup>a</sup>	0.13±0.01 <sup>a</sup>	0.12±0.00 <sup>a</sup>	0.12±0.02 <sup>a</sup>	0.19±0.12 <sup>a</sup>
17:1	0.37±0.03	0.04±0.00 <sup>d</sup>	0.06±0.00 <sup>d</sup>	0.08±0.00 <sup>d</sup>	0.05±0.00 <sup>d</sup>	0.05±0.00 <sup>d</sup>
18:0	11.87±0.54	12.45±0.39 <sup>a</sup>	14.03±0.39 <sup>c</sup>	14.52±0.45 <sup>c</sup>	11.51±0.20 <sup>a</sup>	13.34±0.19 <sup>b</sup>
18:1, (n-9)	15.44±0.28	15.97±0.18 <sup>a</sup>	17.69±0.18 <sup>c</sup>	16.11±0.21 <sup>b</sup>	14.64±0.19 <sup>b</sup>	15.49±0.27 <sup>a</sup>
18:2, (n-6)	1.46±0.01	1.87±0.03 <sup>c</sup>	1.49±0.03 <sup>a</sup>	1.80±0.02 <sup>c</sup>	1.68±0.03 <sup>b</sup>	1.24±0.03 <sup>b</sup>
18:3, (n-3)	1.73±0.02	3.69±0.14 <sup>d</sup>	3.28±0.08 <sup>d</sup>	3.78±0.22 <sup>d</sup>	4.81±0.39 <sup>d</sup>	2.69±0.19 <sup>b</sup>
20:0	0.17±0.01	0.15±0.00 <sup>a</sup>	0.40±0.06 <sup>d</sup>	0.14±0.01 <sup>a</sup>	0.15±0.00 <sup>a</sup>	0.16±0.00 <sup>a</sup>
20:1	0.11±0.00	0.13±0.00 <sup>a</sup>	1.09 ±0.02 <sup>d</sup>	0.07±0.08 <sup>a</sup>	0.99±0.00 <sup>b</sup>	0.15±0.00 <sup>a</sup>
Σ Doymuş	67.60	69.16	63.74	71.64	71.82	71.89
Σ Doymamış	32.40	30.84	36.26	28.36	28.18	28.11

**a:** p>0.05 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli değil

**b:** p<0.05 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan kısmen önemli

**c:** p<0.01 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önem derecesi yüksek

**d:** p<0.001 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan belirgin düzeyde önemli

T2 grubu fosfazenlerin yağ asidi değerleri kontrol grubu karşılaştırıldığı zaman, kaprilik asitin (8:0), T2A ve T2C gruplarında (p<0.05, p<0.001), laurik asit (12:0)'in ise T2A – T2C gruplarında yüksek olduğu (p<0.01) bulundu. Miristik asitin (14:0), T2 grubunda, pentadekanoik asitin (15:0) ise fosfazen gruplarının hepsinde azaldığı saptandı (p<0.05, p<0.001). Yağ asidi sentetaz enziminin son ürünü olan palmitik asit (16:0), T2A ve T2C gruplarında (p<0.001, p<0.05); delta 9 desaturaz enzim ürünü olan palmitoleik asit (16:1, n-7) miktarının bütün fosfazen grubu maddelerde yükseldiği belirlendi (p<0,05). Delta 9

kısa zincirli yağ asitlerinden kaprilik asitin (8:0); FM2, FM3 ve FM4 gruplarında, 12:0 (laurik asit ) yağ asidinin ise FM1 ile FM5'de yüksek olduğu belirlendi (p<0.001) (Tablo 3). Orta zincirli yağ asitlerden miristik asitin (14:0), FM2 grubunda (p<0.05), uzun zincirli yağ asitlerden palmitik asitin (16:0), FM2 ve FM4 gruplarında (p<0.001; p<0.01), palmitoleik asitin ise FM3 ile FM4 gruplarında azaldığı belirlendi (p<0.05; p<0.01) (Tablo 3). Stearik asit miktarının (18:0) FM 1-4 no'lu gruplar ile kontrol grubu arasında farklılık göstermediği halde, FM 3, 4 ve 5. grup fosfazenlerde artışlar olduğu belirlendi (p<0.01; p<0.05). Oleik asit (18:1,n-9) miktarında FM1 ve FM5 gruplarında kontrol grubuna göre fark gözlenmedi. Ancak miktarda FM2 ile FM3 gruplarında artış (p<0.01; p<0.05) ve FM4'de azalış olduğu saptandı (p<0.01). Linoleik asit (18:2,n-6) düzeyinin; FM1, 3 ve 4'de yüksek, FM5' de ise azaldığı belirlendi (p<0.01; p<0.05).

desaturaz enziminin substratı olan stearik asit (18:0) ile delta 9 desaturaz enziminin ürünü olan oleik asitin (18:1, n-9) T2A, T2B ve T2C gruplarında azaldığı belirlendi (p<0.05) (Tablo 4).

Maya hücresi moleküler biyoloji ile biyokimya biliminin gelişimiyle biyologlar arasında daha popüler bir mikroorganizma haline gelmiştir. Maya hücresinin iyi bir ökaryotik hücre modeli olduğunu ve mayada meydana gelen moleküler ve biyokimyasal mekanizmaların karmaşık yapıları ökaryotlarda da meydana geldiğine dair kanıtlar bulunduğu vurgulanmıştır.

**Tablo 2.** T2 grubu fosfazenerin yağ asidi değerlerinin kontrol grubuna göre değişimi (%)

**Table 4.** The change in fatty acid values of T2 group phosphazens compared to the control group (%)

Yağ asitleri	Kontrol	T2	T2A	T2B	T2C
8:0	1.37±0.29	1.34±0.07 <sup>a</sup>	1.75±0.04 <sup>b</sup>	1.46±0.15 <sup>a</sup>	2.59±0.11 <sup>d</sup>
12:0	1.59±0.26	1.34±0.12 <sup>a</sup>	1.79±0.13 <sup>c</sup>	1.98±0.14 <sup>a</sup>	1.84±0.02 <sup>c</sup>
14:0	3.15±0.29	2.23±0.10 <sup>b</sup>	3.39±0.22 <sup>a</sup>	3.75±0.21 <sup>a</sup>	3.73±0.27 <sup>a</sup>
15:0	0.83±0.03	0.66±0.00 <sup>b</sup>	0.44±0.02 <sup>d</sup>	0.55±0.00 <sup>d</sup>	0.53±0.03 <sup>d</sup>
16:0	42.95±0.75	42.29±0.93 <sup>a</sup>	45.13±0.23 <sup>b</sup>	43.50±0.71 <sup>a</sup>	46.67±1.09 <sup>b</sup>
16:1, (n-7)	6.95±0.24	8.00±0.35 <sup>b</sup>	8.70±0.09 <sup>b</sup>	8.04±0.28 <sup>b</sup>	7.90±0.35 <sup>b</sup>
18:0	23.51±0.24	24.21±0.47 <sup>a</sup>	19.47±0.38 <sup>d</sup>	19.73±0.29 <sup>d</sup>	20.13±0.21 <sup>d</sup>
18:1, (n-9)	14.14±0.18	13.75±0.43 <sup>a</sup>	13.06±0.32 <sup>b</sup>	12.41±0.04 <sup>c</sup>	11.09±0.22 <sup>c</sup>
18:1, (n-7)	1.50±0.08	1.40±0.09 <sup>a</sup>	1.30±0.07 <sup>a</sup>	2.28±0.06 <sup>d</sup>	1.49±0.11 <sup>a</sup>
18:2, (n-6)	2.60±0.13	2.51±0.11 <sup>a</sup>	2.64±0.10 <sup>a</sup>	2.55±0.11 <sup>a</sup>	2.02±0.11 <sup>b</sup>
18:3, (n-3)	1.08±0.06	1.12±0.08 <sup>a</sup>	1.29±0.21 <sup>a</sup>	1.39±0.20 <sup>a</sup>	1.28±0.15 <sup>a</sup>
20:0	0.33±0.01	0.86±0.08	0.88±0.06	0.79±0.11	0.60±0.06
20:1	0.18±0.26	0.32±0.43 <sup>d</sup>	0.49±0.13 <sup>d</sup>	0.35±0.16 <sup>c</sup>	0.48±0.12 <sup>d</sup>
Σ Doymuş	73.73	72.93	72.85	71.76	76.09
Σ Doymamış	26.27	27.07	27.15	28.24	23.91

a: p>0.05 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli değil

b: p<0.05 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan kısmen önemli

c: p<0.01 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önem derecesi yüksek

d: p<0.001 Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan belirgin düzeyde önemli

Yapılan çalışmalarla; maya genomu dizilimi tamamen çözümlenerek, maya hücresi ile ilgili araştırmalarda çığır açılmıştır. Bu araştırmaların sonucunda maya hücresi, hücrel ve moleküler biyolojinin farklı alanlarında biyokimyasal ve genetik analizle pek çok moleküler detayın açıklandığı ökaryotik hücre modeli haline gelmiştir (Fernandes, 2001).

Maya hücresi metabolik olarak hem aerobik solunum hem de anaerobik solunum yapmaktadır. Bu hücre, endüstriyel alanda daha çok anaerobik solunum yapan şartlarda kullanılmaktadır. Anaerobik şartlarda 1 mol glukoz molekülünden glikoliz yoluyla net olarak 2 ATP, 2 NADH+H ve 2 piruvat molekülü sentezlenmektedir. Hücre metabolik faaliyetlerini sürdürebilmek için glikolizde elde ettiği net 2 ATP moleküllerini kullanır. Ortamda yeterli miktarda glukoz var ise yaşamsal faaliyetini devam ettirebilmek için tekrar glukoz alması gerekir. Bu devamlılığı ise bir önceki glikoliz olayında indirgen yapıda olan NADH+H molekülünü kullanmak durumundadır (Voet ve ark., 1999; Nelson ve Cox, 2000).

Glikoliz olayının gerçekleştiği sırada sahip olduğu piruvat dehidrogenaz enzimi vasıtasıyla 1 mol CO<sub>2</sub> çıkışı 1 mol asetaldehid meydana gelir. Asetaldehit, alkol dehidrogenaz enzimi tarafından NADH+H molekülü koenzim olarak kullanılarak etil alkole dönüştürülür. NADH moekülü okside forma dönüştüğü zaman ve hücre içerisine tekrar glukoz girişi sağlanır (Kruckeberg ve Dickinson, 2004; Barnet ve Entian, 2005). Glikoliz olayı ortamdaki

glukoz molekülü bitene kadar devam eder. Bu çalışmada da deney şartları 30 °C'de inkübatörde bu süre 72 saat içerisinde sonlandırılmıştır. Bu süre içinde hücre tomurcuklanarak çoğalır ve membran yapısındaki yağ asitlerinin miktarında değişim gerçekleşir. Maya hücresi glikoliz metabolizması sırasında ortama etil alkol salınımı gerçekleştiği için, maya hücresindeki, membran yapısı moleküler düzeyde etil alkole karşı veya hiperosmolariteye karşı koruyucu özelliktedir. Stres durumlarında membran yapısındaki doymamış yağ asitleri sentezi düzenlenerek sıvı mozaik yapı korunmaktadır (Singh ve ark., 2013).

Palmitoleik ve oleik asitler maya hücresinde en çok bulunan doymamış yağ asitlerdir. Palmitoleik asit palmitik asitten (16:0), oleik asit ise stearik asitten (18:0) Delta 9 Desaturaz enzimi vasıtasıyla sentezlenir. Palmitoleik asitin FM3 ve FM4'de azalması bu moleküllerin palmitik asitten palmitoleik asitin sentezlendiği basamağı yavaşlatmasından kaynaklanabilmektedir. Diğer bir basamakta ise stearik asitten oleik asit sentez basamağında ise FM2 ve FM3 artış, FM4'de ise yine azalma meydana gelmiştir. FM2 ve FM3 gruplarında oleik artışına paralel olarak stearik asit miktarının da yüksek olduğu gözlenmiştir.

Yağ asidi miktarlarındaki bu değişimin yağ asidi sentezinden sorumlu olan enzimlerin sentezlerinde görülen değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. *S. cerevisiae* mayasının yağ asidi profili üzerine daha önce yapılan çalışmalarla da mayanın gelişme ortamına ilave edilen maddelerin

yağ asidi sentetaz (FAS) ve  $\Delta^9$  desaturaz enzim aktivitelerini etkilediği belirlenmiştir (Ntambi 1999; Rimoldi ve ark., 2001).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma sonucunda; biyokimyasal ve moleküler çalışmalarda en önemli modellerden biri olarak kullanılan *S. cerevisiae* kültür ortamına biyolojik etkinliği yüksek olan fosfazen moleküllerin eklenmesinin total protein, GST ve yağ asidi düzeylerinde önemli varyasyonlara neden olduğunu belirlenmiştir. Elde edilen bulgularla; yeni sentezlenmiş fosfazenlerin *S. cerevisiae*'nin biyokimyasal ve savunma sistemi üzerinde farklı etkilere sahip olduğu saptanmıştır. Bu sonuçların hem pozitif yönde hem de negatif yönde yürüdüğü saptanmıştır. *S. cerevisiae* kültür ortamına fosfazenlerin eklenmesi; yağ asidi sentezi, yağ asidi zincir uzaması, yağ asitlerinin hidrokarbon zincirine çift bağ girişi yapan enzimlerin son ürünlerinde artışlara ya da azalışlara neden olmuştur.

Bu veriler doğrultusunda; biyoteknolojide sıklıkla kullanılan fosfazen bileşiklerin *S. cerevisiae* hücreleri üzerindeki biyokimyasal değişimlerinin belirlenmesi ve etkilerinin ortaya konulmasına olumlu katkıda bulunulmuştur.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Bitlis Eren Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından BEBAP 2019.008 nolu proje numarası ile desteklenmiştir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## KAYNAKLAR

Atalan M 2016. Diaminospiro Siklotetrafosfazen Türevlerinin DNA Ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muş Alparslan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.

Barnett JA, Entian KD 2005. A history of research on yeasts 9: regulation of sugar metabolism, *Yeast*, 22(11): 835-894.

Bergman LW 2001. Growth and Maintenance of Yeast. 2001. *Methods in Molecular Biology*, Vol. 177, TwoHybrid Systems: Methods and Protocols Edited by: P. N. MacDonald © Humana Press Inc., Totowa, NJ

Cabral Luís MB, José Mata, J 2003. On the Evolution of the Firm Size Distribution: Facts and Theory.

*American Economic Review*, 93 (4): 1075-1090.

Christie WW 1992. *Gas Chromatography and Lipids*. Glaskow, The Oil Press.

Dilsiz N, Çelik S, Yılmaz Ö, Dıgrak M 1997. The effects of selenium, vitamin E and their combination on the composition of fatty acids and proteins in *Saccharomyces cerevisiae*. *Cell Biochemistry and Function*, 15: 265-69.

Dumanoğulları F 2006. Bs (Fenoks) Fosfazen Türevlerinin Sentez ve Yapıları. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Ankara.

Fernandes PMD 2001. How does yeast respond to pressure? *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 38: 1239-1245.

Gudasi KB, Vadavi RS, Sreedhar B, Sairam M, Shelke NB, Mallikarjuna NN, Kulkarni PV, Aminabhavi TM 2007. Synthesis and characterization of some organopolyphosphazenes and their controlled-release characteristics. *Designed Monomers and Polymers*, 10 (3): 235–251.

Habig WH, Pabst MJ, Jakoby WB 1974. Glutathione S-transferases. The first enzymatic step in mercapturic acid formation. *Journal of Biological Chemistry*, 249(22):7130-7139.

Hara A, Radin NS 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Analytical Biochemistry*, 90(1): 420–426.

Kirecci OA 2017. *Saccharomyces cerevisiae*'nin Gelişme Ortamına İlave Edilen Ağır Metallerin (Mn, Mg, Cd, Fe) Bazı Biyokimyasal Parametrelere Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 20(3): 175-184.

Koran K, Özen F, Torğut G, Pıhtılı G, Çil E, Görgülü AO, Arslan M 2014. Synthesis, characterization and dielectric properties of phosphazenes containing chalcones. *Polyhedron*, 79: 213–220.

Kruckeberg AL, Dickinson JR 2004. Carbon metabolism, The metabolism and molecular physiology of *Saccharomyces cerevisiae*. CRC, London

Lowry OH, Rosenbrough NJ, Farr AL, Randall RJ 1951. Protein measurement with the folin-phenol reagent. *The Journal of Biochemistry*, 193: 265-277.

Nedjoud G, Houria B, Rachid R, Amira A, Reda D 2009. Impact of pollution by industrial metallic dust on bio-accumulator organism *Helix aspersa*. *Global Vet*, 3: 276-280.

Nelson DL, Cox MM 2000. *Lehninger Principles of Biochemistry*. Worth publishers, Third Edition, p. 1152, New York

Ntambi, JM 1999. Regulations of Stearoyl-CoA desaturase by polyunsaturated fatty acids and cholesterol. *Journal of lipid research*, 40:1549-1558.



- Özen F, Koran K, Aslan F, Arslan M 2014. Hekza-(2-Formil-5-Metoksifenoksi) Siklotrifosfazen'in Schiff Bazı Türevlerinin Sentezi ve Karakterizasyonu, *European Journal of Science and Technology*, 18(3): 69-75.
- Ribeiro IC, Verissimo I, Moniz L, Cardoso H, Sousa MJ, Soares AMVM, Leão C 2000. Yeasts as A Model for Assessing The Toxicity of The Fungicides Penconazol, Cymoxanil and Dichlofluanid. *Chemosphere*, 41: 1637-1642.
- Rimoldi OJ, Finarelli GS, Brenner RR 2001. Effectes of diabetes and insulin on hepatic Delta 6 desaturase gene expression. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 283(2), 323-326.
- Singh S, Brocker C, Koppaka V, Chen Y, Jackson BC, Matsumoto A, Thompson, DC, Vasiliou V 2013. Aldehyde Dehydrogenases in Cellular Responses to Oxidative/Electrophilic Stres. *Free Radical Biology and Medicine*, 56: 89-101.
- Tamarit J, Cabisco E, Ros J 1998. Identification of the major oxidatively damaged proteins in Escherichia coli cells exposed to oxidative stres. *Journal of Biological Chemistry*, 273: 3027 – 3032.
- Tvrzicka E, Vecka M, Stankova B, Zak A 2002. Analysis of fatty acids in plasma lipoproteins by gas chromatography flame ionisation detection quantitative aspects. *Analytica Chimica Acta*, 465:337-350.
- Vincent AM, Russell JW, Low P, Feldman EL 2004. Oxidative Stres in the Pathogenesis of Diabetic Neuropathy. *Journal of Endocrinology Revision*, 25(4): 612-28.
- Voet, D, Voet JG, Wiley J, Pratt CW 1999. *Fundamentals of Biochemistry*, NY: John Wiley & Sons, Inc New York.

## Düzce-Yığılca Bölgesine Ait Farklı Propolis Örneklerinin Oral Mikroorganizmalar Üzerindeki in Vitro Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Meral KEKEÇOĞLU<sup>1,2\*</sup>, Emine SÖNMEZ<sup>2</sup>, Pelin DORKAÇ<sup>3</sup>, Nazife EROĞLU<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 81620 Düzce-Türkiye, <sup>2</sup>Düzce Üniversitesi Arıcılık Araştırma Geliştirme ve Uygulama Merkezi (DAGEM), 81620 Konuralp-Düzce, Türkiye, <sup>3</sup>Amasya Üniversitesi Sağlık Yüksek Okulu, Hemşirelik Bölümü, Amasya-Türkiye, <sup>4</sup>The Scientific and Research Council of Turkey, Marmara Research Center, Food Institute, Gebze, Kocaeli, Türkiye

<sup>1,2</sup><https://orcid.org/0000-0002-2564-8343>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-4418-5599>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-5503-6209>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-8618-2583>

✉: [meralkekecoglu@duzce.edu.tr](mailto:meralkekecoglu@duzce.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Düzce İli Yığılca İlçesinin 3 farklı lokasyonundan toplanan propolis örneklerinin, özellikle ağız içi enfeksiyonlarına neden olan bakteri ve mayalara karşı antimikrobiyal ve antifungal aktivitesini değerlendirmektir. Palinolojik analizler ile bitkisel orijini, LC-MS/MS yöntemi ile kimyasal içeriği, fenolik ve flavonoid kompozisyonu belirlenen propolis örneklerinin 2 adet Gram (-), anaerobik, 2 adet Gram (+) anerobik, 2 adet Gram (+) fakültatif anaerobik bakteri ve 3 adet maya üzerindeki aktivitesi test edilmiştir. Propolis numunelerinin bu mikroorganizmalar üzerindeki etkinlikleri disk difüzyon metodu ile belirlenmiş ve oluşturdukları zonlar ölçülmüştür. Etanol kontrolü ile karşılaştırıldığında test edilen propolis örnekleri tüm mikroorganizmalara karşı etkili bulunmuştur. Etki zonu oluşturan gruplar MIC deneyine dahil edilmiştir. Propolis örneklerinin MIC değerleri 2 µg/ml ile 128 µg/ml arasındadır. *Enterococcus faecalis* bakteriler içerisinde en duyarlı suş olarak bulunurken; *Candida krusei*, test edilen tüm propolis örneklerine karşı en dirençli suş olarak tespit edilmiştir. Üç farklı gruba ayrılan propolis numuneleri içinde 1. grubu temsil eden Hoşafıoğlu Köyü'ne ait propolis numunesi, test edilen tüm mikroorganizmalara karşı etkili grup olarak belirlenirken; Redifler Köyü'ne ait propolis örneği ise daha az etkilidir. Sonuç olarak, Düzce/Yığılca yöresine ait propolis numuneleri, ağız içi florasına ait seçilen mikroorganizmalara karşı yüksek oranda antibakteriyel aktiviteye sahiptir. Ağız içi enfeksiyonlarının tedavi edilmediğinde daha büyük sistemik problemlere yol açacağı düşünülürse bu tür enfeksiyonların tedavisinde standartlaştırılmış doğal propolis ekstraktlarının kullanılması önerilmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 27.04.2021

Kabul Tarihi : 10.06.2021

#### Anahtar Kelimeler

Propolis

Ağız içi florası

Mikroorganizma

Antimikrobiyal etki

## Determination of In Vitro Antimicrobial Activities of Different Propolis Samples from Düzce-Yığılca Region against Oral Microorganisms

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the antimicrobial and antifungal activity of propolis samples collected from 3 different locations in Düzce Province Yığılca District, especially against bacteria and yeasts that cause oral infections. The activity of propolis samples including chemical content, phenolic and flavonoid composition was determined by LCMS-MS method and herbal origin was determined with palynological analysis. They were tested against 2 Gram (-), anaerobic, 2 Gram (+) anerobic, 2 Gram (+) facultative anaerobic bacteria and 3 yeast. The efficiency of propolis samples against these microorganisms was determined by the disk diffusion method and the formed zones were measured. When compared with ethanol control, propolis samples were found effective against all microorganisms. Propolis samples which determined the inhibition zone were subjected to the MIC test. Propolis samples have MIC values between 2 µg/ml

### Research Article

#### Article History

Received : 27.04.2021

Accepted : 10.06.2021

#### Keywords

Propolis

Oral flora

Microorganism

Antimicrobial activity

and 128 µg/ml. While *Enterococcus faecalis* was found as the most sensitive strain among bacteria; *Candida krusei* was identified as the most resistant strain. While the propolis sample from Hoşafıoğlu Village is determined as the most effective group against all tested microorganisms, the propolis sample from Redifler Village was less effective. As a result, propolis samples from Düzce / Yığılca region sustained high antibacterial and antifungal activity against selected microorganisms related to the oral flora. Considering that oral infections will lead to greater systemic problems if left untreated, natural propolis extracts is recommended in the treatment of such infections.

- Atıf İçin:** Kekecoglu M, Sönmez E, Dorkaç P, Eroğlu N 2022. Düzce-Yığılca Bölgesine Ait Farklı Propolis Örneklerinin Oral Mikroorganizmalar Üzerindeki in Vitro Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 234-242. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.928230>.
- To Cite:** Kekecoglu M, Sönmez E, Dorkaç P, Eroğlu N 2022. Determination of In Vitro Antimicrobial Activities of Different Propolis Samples from Düzce-Yığılca Region against Oral Microorganisms. KSU J. Agric Nat 25 (2): 234-242. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.928230>.

## GİRİŞ

İnsan vücudunda bulunan ağız bölgesi bakteri, fungus ve virüsler gibi çeşitli mikrobiyal komunitileri içinde barındırabilen bir yapıda olup, dış ortamla direkt irtibat halindedir. Bu mikroflorada 700'den fazla bakteri türü diş, dil, ağız mukozası, damak ve periodontal cep gibi bölgelere kolonize olmaktadır (Turkmen ve ark., 2016). Florada bulunan bu bakterilerin çoğu hastalık yapmayan mukoza (saprofit) türündendir, ancak immün sistemin zayıfladığı durumlarda bu bakteriler hastalık etkeni olabilir. *Streptococcus mutans* bilinen en önemli karyojenik bakteridir. Hemen hemen her insanın ağız boşluğunda bulunmaktadır (Oh ve ark., 2003). Yapılan başka bir çalışmaya göre Streptokoklar ağız içinde yaşayan diğer mikroorganizmalara oranla daha fazla bakteriyosin üretmektedirler. Bu da onlara ağız içinde baskın bir cins olma özelliği kazandırmaktadır (Nes ve ark., 2007). *Porphyromonas gingivalis* ise ağız içi florasına ait diğer bir bakteri türü olup, fimbriaları sayesinde diş eti epitelyum hücrelerine kolaylıkla tutunup, hücre içerisine girebilme yeteneğine sahiptir. Genellikle Gram pozitif bir bakteri aracılığı ile dişlerin yüzeyine tutunurlar. Tutunmasına olanak sağlayan bu bakteri türü genellikle *Streptococcus salivarius* tür (Turkmen ve ark., 2016). *Fusobacterium nucleatum* Gram negatif bir bakteri olup, ağız içinde olgunlaşmış diş plağında bol miktarda bulunur. Bu bakterinin asıl zararı, zorunlu bir anaerob olan *Porphyromonas gingivalis* için oksijensiz ortamın oluşumunu sağlayarak bu bakterinin biyofilm içinde gelişmesini desteklemektir (Bradshaw ve ark., 1998). Ağızda *Candida* türlerinin candidosise neden olmak dışında oral kanser, burning mouth sendromu, tat bozuklukları ve endodontik hastalıkların patogeneğinde rol oynadığı düşünölmektedir (Bağış ve ark., 2014). Bunun yanında bu funguslar *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* gibi periodontal hastalıklara sebep olan spesifik türlerle

birlikte yaşayabilir. HIV enfekte kişiler gibi sistemik hastalık tablosu olan bireylerde linear gingival eritem gözlenebilir (Grbic ve ark., 1995; Sitheequ ve Samaranayake, 2003).

Tüm bu oral patojenlerin sebep olduğu ağız sağlığı problemlerine karşı günümüzde diş hekimlerinin önerileri doğrultusunda uygulanan pek çok tedavi yaklaşımı vardır. Bunlardan en çok tercih edileni % 2 klorheksidin ile gargara ve antibiyotik tedavisidir (Rostamifar ve ark., 2021). Ancak bu bakterilerin zorlu ortamlarda hayatta kalma kabiliyetleri, mevcut antibiyotiklere karşı bakteriyel direncin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca antibiyotik kullanımı sırasında hastada böbrek yetmezliği ve karaciğer fonksiyonlarında sorunlar oluşmakta, bu sağlık sorunları da obezite, ishal gibi pek çok sağlık problemlerine neden olmaktadır (Demir ve Birdane, 2015). Bu nedenle insanların doğal ürönlere karşı ilgisi hızla artmaktadır. Yüksek antimikrobiyal aktivite ve düşük toksisite gibi olumlu özellikleri göz önünde tutulduğunda ağız içi patojenlerinin tedavisinde klasik tedavi yöntemine alternatif bir uygulama olan propolis içerikli ürünlerin kullanımı kaçınılmaz bir hal almıştır. Propolisin antioksidan, antibakteriyel, antiviral, anti inflamatuvar ve immüno modölatör gibi etkileri olduğu bilinmektedir (Kouidhi ve ark., 2010; Chirumbolo, 2011; Choudhari ve ark., 2012; Frozza ve ark., 2013; Ferrari ve ark., 2016). Bu arı ürününün ağız sağlığı üzerindeki etkisi pek çok bilim insanı tarafından araştırılmış ve gelişmiş ölkelerin çoğunda ağız sağlığı hususunda uygulama alanı bulmuştur. Standardize edilmiş propolis preparatlarının kullanımının, diğer birçok sentetik bileşikten daha güvenli ve daha az toksik olduğu da bilinmektedir (Sonmez ve ark., 2005). Propolis; ağız içinde bulunan zararlı bakteri, mantar ve virüs gibi farklı patojenleri öldürmekte, ayrıca ağız yaraları ve ülseri, protez, aftöz stomatit, diş eti çekilmesi, periodontitis, diş eti iltihabı, diş hassasiyeti ve diş çürümesi gibi farklı ağız ve diş hastalıklarına karşı

olumlu sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Bogdanov, 2012).

Propolisin kimyasal içeriği oldukça karmaşıktır ve bu içerik toplandığı floraya göre değişkenlik göstermektedir (Bankova ve ark., 2000). Bu nedenle, propolisin kaynağına göre antimikrobiyal aktivitede görülen varyasyonlar şaşırtıcı değildir (Hegazi ve ark., 2000; Hegazi ve El Hady 2001). Bu bilgiler doğrultusunda çalışmanın amacı Düzce/Yığılca yöresinin farklı bitki florasına sahip üç farklı lokasyonundaki arıllıklardan elde edilen propolis numunelerinin seçilen mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal ve antifungal etkinlik düzeyini belirlemektir.

## MATERYAL ve METOD

### Propolis örneklerinin temini ve etanol ekstraksiyonu

Çalışmada kullanılan propolis örnekleri Düzce İl'inin Yığılca İlçe'sine ait 3 farklı lokasyondan temin edildi. Birinci propolis grubu Hoşafıoğlu Köyü, ikinci propolis grubu Kırık Köyü, üçüncü propolis grubu ise Redifler Köyü'ndeki arılı kolonilerden Haziran-Temmuz aylarında toplandı. Toplama işlemi için propolis tuzaklı arılı kovanlar kullanıldı. Kovanlar standart ölçülerde ahşap Langstroth tipi olup, propolis üretimi için kovan kapağının altına propolis tuzağı yerleştirilmiştir.

Labaratuvara getirilen ham propolisler laboratuvar tipi blendırda (Waring, commercial blender) toz haline getirildi. Toz haline gelen propolislerden 50 gram olacak şekilde bir kaba alınıp üzerine 500 ml %96'lık etanol (Merck, ABD) eklendi. Karışım, ışık almayan bir ortamda manyetik karıştırıcı üzerinde 150 rpm'de 72 saat süreyle çalkalandı. Bekleme süresinin ardından karışım filtre kağıdından süzülerek balmumu uzaklaştırıldı. Geri kalan süzüntü evaporatörde (IKA RV10) 50-60 °C'de 5-10 dk bekletilerek etanolün uzaklaştırılması sağlandı. Kalan reçinemsiz kısım tartılarak miktar belirlendi ve propolis içeriği % 10 olacak şekilde (0.1 g/ ml) %70'lik etil alkolde çözülüp her bir propolis grubu için stok solüsyonlar hazırlandı (Eroğlu ve ark., 2021).

### Propolis örneğinde polen analizi

Propolis örnekleri üzerinde yapılan mikroskopik polen analizlerinde Warakomska ve Maciejewicz (1992) ile Gençay ve Sorkun (2006) metodları takip edilmiştir. Numuneler, toz haline gelene kadar öğütüldükten sonra etanol/eter/aseton ile karıştırılarak (1:1:1) çalkalandı. Karışım 0.3 mm çapında delikleri olan bir süzgeç yardımı ile süzüldü. Elde edilen süspansiyon 20 dakika boyunca 3500-4000 rpm'de santrifüj edildi. Santrifüjasyon sonrasında oluşan süpernatant, üzerinde gliserin jelatin bulunan lama damlatılarak, karışımın üzeri lamel ile kapatıldı. Her bir numune için daha sağlıklı polen sayımı yapabilmek amacıyla

aynı zamanda iki slâyt hazırlandı.

### Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometresi (LC-MS/MS)

LC-MS/MS yöntemi Yang ve ark., (2013)'nin uyguladıkları basamaklarda birtakım değişiklikler yapılarak gerçekleştirildi. Kütle spektrometresi ölçümleri, elektrosprey iyonizasyonlu (ESI) hibrit, üçlü, dört kutuplu / doğrusal iyon tuzağı kütle spektrometresi API 4000 QTRAP (Applied Biosystems, Darmstadt, Germany) üzerinde gerçekleştirildi. LC ayırmaları, C18 analitik kolonunda (Gemini® 5 µm partikül boyutu, 110 Å gözenek boyutu, 50 mm x 2 mm, tamamen gözenekli organo-silika LC Kolonu) gerçekleştirildi. Her enjeksiyon için çalışma süresi 5.5 dakika, kolon sıcaklığı 40 °C ve enjeksiyon hacmi 10 µL olarak belirlendi. Kütle spektrometresi, 0.70 amu genişliğini içeren seçili iyon izleme (SIM) koşulu altında pozitif modda bir elektrosprey iyon kaynağı (ESI) ile çalışmakta ve nebulizör basıncı 55 psi, kurutma gazı akışı 1 mL/dk ve skimmer voltajı 20-80 V arasında olacak şekilde ayarlandı. Propolis numunelerinin düşük pH oranına (pH 3.4) sahip olması sebebiyle metodun pozitif iyon modunda çalıştırılması daha hassas sonuçlar elde edilmesini desteklemiştir.

### Mikroorganizmalar

Çalışmada toplam 4 adet anaerobik: *Klebsiella pneumoniae* (yaban tip), *Clostridium perfringens* ATCC 13124, *Fusobacterium nucleatum* ATCC 10953, *Streptococcus sobrinus* ATCC 27607 ve 2 adet fakültatif anaerobik *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Streptococcus salivarius* ATCC 7073 bakterileri kullanıldı. Fungal grup ise *Saccaromyces cereviceae* ATCC 9763, *Candida krusei* ATCC 6258, *Candida albicans* ATCC 10231'dan oluşmaktadır. Çalışma öncesinde tüm suşlar laboratuvarında tutuldu ve -80 °C'de dondurularak saklandı. Deney başlangıcında tüm bakteriyel suşlar Müeller Hinton Agar (MHA) (Merck) besiyerine ekilerek 37 °C'de 2 günlük inkübasyonun ardından, saf kültürler Müeller Hinton Broth (MHB) (Merck) besiyerine transfer edilerek gece kültürleri yapıldı. Mayaların canlandırma işlemleri sırasında ise Sabouraud dextrose agar (SDA) besiyeri kullanıldı (Ozan ve ark., 2009).

### Disk difüzyon testi ve minimal inhibisyon konsantrasyonunun belirlenmesi

Her bakteri kültürü MHB besiyerine aşılandı ve 37 °C'de 16 saat inkübe edildikten sonra OD<sub>625</sub> = 0.08-0.1 (yaklaşık 1 x 10<sup>7</sup> - 1 x 10<sup>8</sup> CFU / mL) 'e ayarlandı. Mayaların aşılınması ise SDA besiyerine yapıldı. Konsantrasyonları belirlenen hücre süspansiyonları petri kaplarına yayma ekimleri yapılarak üzerine steril diskler (Whatman kağıdı, No:1) yerleştirildi ve kontrol grubu olarak çözücü kullanıldı. Her petri kabı



için Kanamycine pozitif kontrol olarak seçildi. İnhibisyon bölgeleri, toplam çaplar dikkate alınarak bir kumpas yardımıyla ölçüldü. Her deney üç tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirildi. MIC deneyi için disklerin etrafındaki 6 mm ve üzerinde inhibisyon zonu oluşturan propolis örnekleri kullanıldı (Kartal ve ark., 2003). Propolis gruplarının bakteri suşlarına ve mayalara karşı MIC değerleri seri dilüsyon yöntemi kullanılarak belirlendi. Bu yöntemle göre propolis örnekleri 12 ardışık tüpe aynı hacimde aktararak seyreltikten sonra 96 gözlü kaplara dağıtıldı ve her bir göze OD<sub>625</sub> = 0.08-0.1 olan bakteri ve mayalardan inoküle edildi. Kaplar 24 saat 37 °C sıcaklıkta inkübe edildikten sonra kuyucuklardaki mikrobiyal büyüme, spektrofotometre (Molecular Devices, SpectraMax M2) kullanılarak 600 nm'de ilgili absorbans (Abs) okunarak belirlendi.

### İstatistik Analizler

Çalışmada ele alınan mikroorganizmaların MIC değerlerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Microsoft Office Excel 2013'te (Microsoft Corporation, Redmond, WA, ABD) hesaplandı. Propolis içerik analizine göre gruplar arası istatistiksel farklılığı belirlemek için SPSS-15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programında One-way ANOVA / Duncan testi uygulandı (P <0.05).

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Propolis örnekleri Düzce'nin Yığılca İlçe'sinde bulunan Kırık, Redifler ve Hoşafıoğlu köylerinde Haziran-Temmuz aylarında kovanlara yerleştirilen propolis traplarından hasat edilmiştir. Yapılan polen analizinde Hoşafıoğlu Köyü'ndeki arılıktan toplanan propolislerde Fagaceae familyası polenleri dominant, Gramineae ve Fabaceae minor olarak belirlenmiştir. Redifler Köyü'nden alınan örneklerinde Fabaceae familyası dominant Fagaceae minor olarak belirlenmiştir. Kırık Köyü'nden toplanan örneklerde dominant polene rastlanmazken Fagaceae minör miktarda görülmüştür. Apiaceae, Asteraceae, Betulaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Cucurbitaceae, Cornaceae, Ericaceae, Fabaceae, Fagaceae, Gentianaceae, Gramineae, Lamiaceae, Oleaceae, Pinaceae, Poaceae, Rosacea ve Tiliaceae familyalarından polenler genellikle eser miktarda görülmüştür (Çizelge 1).

Çalışmada kullanılan propolis örneklerinin etanol ekstraktlarının kimyasal bileşimleri Çizelge 2'de verilmiştir. Analiz sonucu incelendiğinde üç gruba ait propolis numunelerinin en fazla fenolik asit türevi olan Gallic acid ve Flavonoid türevi olan Pinostrobin içerdikleri görülmektedir. Kırık Köyü'ne ait propolis numunesi ise (±)-Catechin içeriği yönünden zenginlik göstermektedir. Ancak üç guba ait propolis örneklerinin tümünün Kaempferol ve Ellagic acid içermediği LC-MS/MS analizi sonuçları ile

doğrulanmaktadır.

Düzce/Yığılca yöresinin üç farklı lokasyonundan toplanan propolis örnekleri, çalışmada kullanılan mikroorganizmalar üzerinde yapılan mikrobiyal etkinlik test sonuçlarına göre 6mm den büyük inhibisyon zonu oluşturmuştur. Bu inhibisyon zonu oluşumu, propolisin mikroorganizmaların gelişmelerini farklı oranlarda engellediğini göstermektedir. Bu nedenle propolis örneklerinin etki dozlarını bulmak amacıyla tüm örnekler MIC deneyine dahil edilmiştir. Bu sonuçlara göre propolis örneklerinin tüm mikroorganizmalar üzerinde farklı miktarlarda etkili oldukları görülmektedir. Propolis numunelerinin MIC değerleri 2 ile 128 µg/mL arasında değişmektedir (Çizelge 3). Kontrol olarak kullanılan % 70'lık etanol mikroorganizmaların büyümesi üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir. Hoşafıoğlu propolis örnekleri için gözlemlenen MIC değerleri, diğer numuneler için gözlemlenenlerden önemli ölçüde daha düşüktür. Seçilen mikroorganizmalar üzerinde en etkili olan propolis örnekleri sırasıyla Hoşafıoğlu, Kırık ve Redifler köylerinden alınan örneklerdir. Çizelge 3 incelendiğinde propolis örneklerinin Gram pozitif bakterilere karşı Gram negatif bakterilere göre daha etkili olduğu görülmektedir. Bu durum fungal grupla karşılaştırıldığında da aynı sonuca ulaşılmaktadır. Propolisin çalışılan ağız içi mikroorganizmalar üzerinde en çok fakültatif anaerobik Gram (+) bir bakteri olan *E. faecalis* üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Bu bakteri türünü yine düşük dozlarda *Clostridium perfringens* ve *Streptococcus sobrinus* suşları takip etmektedir.

Propolisin antimikrobiyal aktivitesini belirlemek için yapılan önceki araştırma sonuçları incelendiğinde aktivite farklılığının bitkisel orijine, örneğin toplandığı coğrafyaya ve örneğin kimyasal içeriğine göre değiştiği bildirilmektedir (Bankova ve ark., 2000; Hegazi ve ark., 2000; Hegazi ve El Hady 2001). Bu nedenle çalışmada kullanılan propolislerin öncelikle polen analizi yapılarak bitkisel orijini belirlenmiştir. Daha sonra LC-MS/MS yöntemi kullanılarak kimyasal içerik analizi yapılmış ve aktif bileşenleri ortaya konmuştur. Yapılan polen analizine göre %95 kestane propolisi içeren Hoşafıoğlu Köyü'nden alınan propolis örneklerinin en yüksek antimikrobiyal aktivite düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. Propolisin içeriğindeki flavonoid, kafeik asit, benzoik asit, sinnamik asit gibi maddelerin muhtemelen hücre zarına veya duvarına etki ettiği ve bunun sonucunda da fonksiyonel ve yapısal hasara neden olduğu düşünülmektedir (Dobrowolski ve ark., 1991; Mirzoeva ve ark., 1997). Bu lokasyona ait örneklerin Benzoic acid ve quercetin bileşenleri bakımından da en yüksek değerlere sahip olduğu göz önünde bulundurulduğunda, mikroorganizmalar üzerinde düşük dozlarda MIC değerlerinin elde edilmesi şaşırtıcı değildir. Aynı zamanda Aga ve ark., (1994) yaptıkları çalışmada

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan propolis örneklerinin dominant, sekonder ve eser polenlerin yüzdeleri ve polen spektrum tanımları  
 Table 1. Percentage data and pollen spectrum definitions of dominant, secondary and trace pollens of propolis samples used in the study

	Hoşaföğlü Köyü (Hoşaföğlü Village)			Redifler Köyü (Redifler Village)			Kırık Köyü (Kırık Village)		
	Familyalar (Families)	Taksonlar (Taxa)	Toplam polen yüzdesi (%) (Percentage of total pollen %)	Familyalar (Families)	Taksonlar (Taxa)	Toplam polen yüzdesi (%) (Percentage of total pollen %)	Familyalar (Families)	Taksonlar (Taxa)	Toplam polen yüzdesi (%) (Percentage of total pollen %)
1	Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	80.5	Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	30.00	Fagaceae	<i>Castanea sativa</i>	44.50
2	Fabaceae	<i>Lathyrus laxiflorus subsp.</i>	9.20	Fabaceae	<i>Lathyrus laxiflorus subsp.</i>	50.50	Fabaceae	<i>Lathyrus laxiflorus subsp.</i>	35.50
3	Geraniaceae	<i>Geranium sp.</i>	6.80	Geraniaceae	<i>Geranium sp.</i>	6.80	Geraniaceae	<i>Geranium sp.</i>	6.80
4	Apiaceae	<i>Caucalis platycarpus L.</i>	0.80	Apiaceae	<i>Caucalis platycarpus L.</i>	0.80	Apiaceae	<i>Caucalis platycarpus L.</i>	0.80
5	Rosaceae	<i>Crataegus sp.</i>	0.50	Rosaceae	<i>Crataegus sp.</i>	0.50	Rosaceae	<i>Crataegus sp.</i>	0.50
6	Asteraceae	<i>Centaurea sp.</i>	0.50	Asteraceae	<i>Centaurea sp.</i>	0.50	Asteraceae	<i>Centaurea sp.</i>	0.50
7	Tiliaceae	<i>Tilia sp.</i>	0.50	Tiliaceae	<i>Tilia sp.</i>	0.50	Tiliaceae	<i>Tilia sp.</i>	0.50
8	Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0.40	Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0.40	Boraginaceae	<i>Echium vulgare</i>	0.40
9	Brassicaceae	<i>Rorippa sylvestris</i>	0.40	Brassicaceae	<i>Rorippa sylvestris</i>	0.40	Brassicaceae	<i>Rorippa sylvestris</i>	0.40
10	Campanulaceae	<i>Campanula sp.</i>	0.20	Campanulaceae	<i>Campanula sp.</i>	0.20	Campanulaceae	<i>Campanula sp.</i>	0.20
11	Lamiaceae	<i>Salvia sp.</i>	0.10	Lamiaceae	<i>Salvia sp.</i>	0.10	Lamiaceae	<i>Salvia sp.</i>	0.10
12	Pinaceae	<i>Pinus sylvestris var.</i>	0.10	Pinaceae	<i>Pinus sylvestris var.</i>	0.10	Pinaceae	<i>Pinus sylvestris var.</i>	0.10
13	Betulaceae	<i>Corylus L.</i>	0.10	Oleaceae	<i>Ligustrum vulgare L.</i>	0.10	Betulaceae	<i>Corylus L.</i>	0.10
14	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima Lam</i>	0.10	Cornaceae	<i>Cornus sanguinea L.</i>	0.10	Ericaceae	<i>Rhododendron ponticum</i>	0.10
15	Gentianaceae	<i>Centaurium erthraea sp</i>	0.10	Poaceae	<i>Holcus lanatus L.</i>	0.10	-		

Çizelge 2. Propolis örneklerindeki biyoaktif bileşiklerin LC-MS/MS analiz sonuçları (ppm)  
Table 2. LC-MS/MS analysis results of bioactive compounds in propolis samples (ppm)

nd: Propolis numunelerinde tespit edilemeyen kimyasal içerik. <sup>a,b,c</sup>: Aynı hafle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ( $P < 0.05$ ).

İçerik (Compounds)	Hoşaföğlü (ppm)	Redifler (ppm)	Kırık (ppm)
Pinostrobin	1400±1.0 <sup>a</sup>	1560±4.5 <sup>a</sup>	3370±3.6 <sup>b</sup>
Kaempferol	nd	nd	nd
<i>p</i> -Coumaric acid	101 ± 4.5 <sup>a</sup>	116±0.5 <sup>a</sup>	nd
<i>m</i> -Coumaric acid	94.4 ± 2.5 <sup>a</sup>	76.4±5.3 <sup>b</sup>	nd
Ferulic acid	84.2 ± 2.0 <sup>a</sup>	103±0.3 <sup>a</sup>	nd
Chlorogenic acid	82.9 ± 3.9 <sup>a</sup>	85.9±4.8 <sup>a</sup>	61.4±0.4 <sup>b</sup>
Sinamic acid	132 ± 2.3 <sup>a</sup>	145±3.4 <sup>a</sup>	63.8±2.7 <sup>b</sup>
Caffeic acid	153 ± 3.4 <sup>a</sup>	156±4.4 <sup>a</sup>	56.1±0.6 <sup>b</sup>
Protocatechuic acid	nd	1290±1.8	nd
Daidzein	124 ± 1.4 <sup>a</sup>	123±1.2 <sup>a</sup>	56.3±0.3 <sup>b</sup>
Rosmarinic acid	355±2.1 <sup>a</sup>	345±0.4 <sup>a</sup>	608±0.7 <sup>b</sup>
Syringic acid	335±1.2 <sup>a</sup>	322±1.2 <sup>a</sup>	168±0.6 <sup>b</sup>
Quercetin dihydrate	43.5±2.2 <sup>a</sup>	70.8±0.7 <sup>b</sup>	45.2±0.5 <sup>a</sup>
<i>trans</i> -Chalcone	67.1±1.1 <sup>a</sup>	62.9±1.8 <sup>a</sup>	24.4±3.2 <sup>b</sup>
CAPE(Caffeic acid phenethyl ester)	71.8±1.5 <sup>a</sup>	65.1±2.0 <sup>b</sup>	50.1±0.2 <sup>c</sup>
Hesperidin	92.6±1.6 <sup>a</sup>	143±0.4 <sup>b</sup>	123±1.6 <sup>b</sup>
(±)-Catechin	283±2.3 <sup>a</sup>	324±1.3 <sup>a</sup>	400±2.0 <sup>c</sup>
Hydroxycinnamic acid	37±0.2 <sup>a</sup>	87.2±0.2 <sup>b</sup>	nd
Gallic acid	2830±0.3 <sup>a</sup>	3240±0.3 <sup>b</sup>	4000±2.5 <sup>b</sup>
(±)-Naringenin	1331.3 <sup>a</sup>	122±0.2 <sup>b</sup>	110± 2.3 <sup>b</sup>
<i>p</i> -Coumaric acid	38.9±0.3 <sup>a</sup>	77.2±0.1 <sup>b</sup>	nd
3-4 dimethoxycinnamic acid	134±1.4 <sup>a</sup>	132±2.1 <sup>a</sup>	70.2±0.1 <sup>b</sup>
Apigenin	117±1.7 <sup>a</sup>	115±1.5 <sup>a</sup>	52.8±0.2 <sup>b</sup>
Benzoic acid	132±1.2 <sup>a</sup>	116±1.4 <sup>a</sup>	33±0.3 <sup>b</sup>
<i>trans</i> -Cinnamic acid	64.4±3.3 <sup>a</sup>	62.1±1.0 <sup>a</sup>	34.5±1.0 <sup>b</sup>
Ellagic acid	nd	nd	nd
Emodin	93.9±2.8 <sup>a</sup>	99.8±0.8 <sup>a</sup>	36.1±0.2 <sup>b</sup>
Quercetin	45.4±1.3 <sup>a</sup>	32.5±1.3 <sup>a</sup>	nd

Çizelge 3. Propolis örneklerinin seçilen mikroorganizmalara karşı agar kuyucuk ve minimal inhibisyon konsantrasyon (MIC) değerleri

Table 3. Agar well and minimal inhibition concentration (MIC) values of propolis samples against selected microorganisms

Mikroorganizmalar (Microorganisms)	Grup I (Group I)	Grup II (Group II)	Grup III (Group III)
	(Hoşaföğlü)	(Kırık)	(Redifler)
	MIC (µg/mL)		
<i>Klebsiella pneumonia</i>	32	64	32
<i>Clostridium perfringens</i>	2	2	8
<i>Streptococcus sobrinus</i>	4	8	8
<i>Streptococcus salivarius</i>	4	4	16
<i>Enterococcus faecalis</i>	2	2	4
<i>Fusobacterium nucleatum</i>	32	64	32
<i>Candida albicans</i>	32	32	64
<i>Candida krusei</i>	64	128	128
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	32	32	64
ORT±SD (MEAN±SD)	22.7±2.2 <sup>a</sup>	37.3±3.1 <sup>b</sup>	39.6±1.2 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>: Aynı hafle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $P < 0.05$ ).

propolis içeriğinde *p*-Coumaric acid bulunması halinin yüksek antimikrobiyal aktivite ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Hoşaföğlü ve Redifler Köyüne ait numelerin bu içerik bakımından zengin olması bu iki lokasyonun düşük MIC değerlerine sahip olmasını açıklamaktadır. Kestane propolisi ile ilgili yapılan sınırlı sayıda çalışma olmasına rağmen Kolaylı ve ark., (2020) farklı orjinli 8 propolis örneğini, 16 farklı

mikroorganizma üzerinde test etmişler ve kestane propolisinin diğer propolis örneklerinden daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu veriler bu çalışma sonuçlarını destekler niteliktedir. Kırık Köyü'ne ait propolis numunesinin içerik analizinde diğer numunelere oranla daha yüksek miktarda pinostrobin (Flavonoid), (±)-Catechin (Flavanol), gallik asit (Fenolik asit) bulunmaktadır. Ancak grupların mikroorganizmalar üzerindeki MIC değerleri

incelendiğinde en düşük etki değerinin Hoşafoglu Köyü'ne ait grupta olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi propolisin mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkisinin birçok bileşiminin sinerjisine bağlı olması gerçeği ile açıklanmaktadır (Ghisalberti, 1979). Ayrıca incelenen literatür verilerine göre, aynı ülke/şehirin farklı lokasyonlarından toplanan propolis örneklerinin toplam fenolik ve flavonoid içerikleri, antioksidan kapasiteleri ve bireysel fenolik içerikleri, dolayısıyla biyolojik aktiviteleri açısından büyük farklılıklar görülebilir (Dos Santos ve ark., 2017). Öte yandan, önceki çalışmalar antimikrobiyal aktiviteden sorumlu bileşiklerin esas olarak kafeik asit esterleri olduğunu bildirmiştir (Schneidewind ve ark., 1979). Analiz sonuçlarına göre en yüksek CAPE miktarının (71.8 ppm) Hoşafoglu Köyü'ne ait grupta olması, seçilen mikroorganizmalar üzerinde yüksek antimikrobiyal aktivitenin elde edilmesi (22.7±21.2) ile ilişkili olduğunu açıklamaktadır. Bu mikroorganizmalar arasında *E. faecalis* önemli bir ağız içi patojeni olup diş çürmesinde ve biyofilm oluşumunda büyük rol oynamaktadır. Bu patojene karşı propolisin etkinlik düzeyininin araştırılmasına dair pek çok çalışma mevcuttur (Koo ve ark., 2000; Oncag ve ark., 2006; Kandaswamy ve ark., 2010; Kayaoglu ve ark., 2011). De Andrade Ferreira ve ark., (2007), *Prevotella nigrescens*, *F. nucleatum*, *Actinomyces israelii* ve *C. perfringens* ve *E. faecalis* gibi endodontik patojenlerden oluşan bir bakteri grubuna propolisin etanol ekstraksiyonunun pulpa-periapikal enfeksiyonlarda etkisini araştırmışlar ve propolisin MIC değerlerinin sırasıyla *C. perfringens*, *A. israelii* ve *F. nucleatum* için 781.2 µg/mL, *P. nigrescens* için 49 µg/mL, *E. faecalis* için ise 6425 µg/mL olduğunu rapor etmişlerdir. Hoşafoglu, Kırık ve Redifler Köy'lerine ait propolis gruplarının *E. faecalis* bakterisi için MIC değerleri sırasıyla 2, 2 ve 4 µg/mL; *F. nucleatum* için 32, 64 ve 32 µg/mL; *C. perfringens* için ise 2, 2 ve 8 µg/mL olarak bulunmuştur. Bu veriler doğrultusunda Düzce/Yığılca yöresine ait propolis numunelerinin dirençli bir ağız içi patojeni olan *E. faecalis*, *F. nucleatum* ve *C. perfringens* üzerinde önemli ölçüde antimikrobiyal etkisinin olduğu ve diğer propolis örneklerine göre çok daha yüksek oranda aktivite gösterdiği sonucuna varılmaktadır. Bu yüksek aktivitenin propolis içeriğini oluşturan bileşiklerin kompozisyonuna göre propolisin antibakteriyel aktivitesinin değiştiğine yönelik olduğu düşünülmektedir (Feres ve ark., 2005). Bu durumda Düzce/Yığılca yöresine ait propolis numunelerinin kök kanallarında oldukça fazla enfeksiyon problemlerine yol açan *E. faecalis* ve *F. nucleatum*'a karşı alternatif bir intrakanal ilaç olarak kullanılabilmesini ortaya koymaktadır. Ozan ve ark. (2007) içlerinde *Streptococcus* spp. ve *Candida albicans* türlerinin olduğu, farklı ağız içi flora mikroorganizmalarına karşı % 10 'luk propolis içerikli ağız gargarasının diş eti hücreleri üzerine baskın bir antimikrobiyal

etkinliği olduğunu tespit etmişler ve bu arı ürününün diş eti fibroblastları üzerinde herhangi bir toksik etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir. Koo ve ark., (2002), dental plak oluşumunu destekleyen Streptokoklar üzerine propolisin %44.7 oranında çözülmeyen polisakkarit oluşumunu azalttığını bulmuşlardır. Yapılan bu araştırma incelendiğinde propolis gruplarının sırasıyla *S. sobrinus* için 4, 8 ve 8 µg/mL; *S. salivarius* için 4, 4 ve 16 µg/mL kadar düşük MIC değerleriyle oldukça etkili olduğu görülebilir. Bu da belirtilen bölgelere ait propolis örneklerinin ağız gargarası formunda üretilip diğer ağız gargaralarından daha etkili bir formda ticari ürün haline getirilmesi gerektiğini düşündürmektedir. *Candida* türleri uzun süreli kök kanal enfeksiyonlarında bulunabilir, invaze ve virülans etkinliğe sahip olabilir (Ozan ve ark., 2009). Kartal ve ark., (2003) yaptıkları bir çalışmada iki farklı propolis örneğinin 11 farklı bakteri ve *Candida albicans* üzerinde antimikrobiyal etkinliğinin olduğunu rapor etmişlerdir. Ozan ve ark., (2009) kök kanal irrigasyonu sırasında farklı konsantrasyonlarda hazırladıkları propolisin *C. albicans* kolonizasyonu üzerinde % 10 ve % 20'lik propolis uygulamalarının antimikotik yönden istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da 3 farklı maya türü kullanılmış ve Hoşafoglu Köyü'ne ait propolis numunesinin tüm maya türlerine en düşük MIC oranıyla yüksek antimikotik etki gösterdiği sonucuna varılmıştır (Çizelge 3). En düşük etki değeri ise Redifler Köyü'ne ait propolis numunesinden elde edilmiştir.

Propolisin ağız içi enfeksiyonlarına karşı etkinliği ile ilgili pek çok araştırma yapılmış olsa da kötü ağız hijyeni ve ağız enfeksiyonlarının ciddi problemlere neden olabileceği ve bunun sonucunda da ciddi sistemik rahatsızlıklara sebebiyet vereceği bilinmektedir. Bu nedenle propolisin kullanımı ağız hijyeni ve periodontal hastalıkların elimine edilmesi açısından oldukça büyük önem teşkil etmektedir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Düzce İl'i Yığılca İlçe'sinin üç farklı lokasyonundan, Haziran-Temmuz aylarında toplanan propolis örneklerinin öncelikle polen analizi ile bitkisel orijinleri, daha sonra LC-MS/MS yöntemi ile kimyasal kompozisyonu ortaya konmuştur. Polen analizlerine göre Hoşafoglu Köyü'nden alınan propolis örneklerinin kestane poleni bakımından dominant olduğu belirlenmiştir. İçerik analizleri bakımından propolis örneklerinin kimyasal kompozisyonları birbirleriyle karşılaştırıldığında önemli düzeyde farklı oldukları belirlenmiştir. Bu üç farklı propolisin ağız içi patojenler üzerindeki antimikrobiyal etkisi incelendiğinde Hoşafoglu Köyü'nden toplanan kestane orijinli propolis ekstraksiyonlarının diğer iki propolis örneğine göre daha düşük MIC konsantrasyonu ile



ağız içi mikroorganizmalarının eliminasyonunda daha etkili olduğu ortaya konmuştur. Önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında Düzce/Yığılca yöresine ait propolis numunelerinin seçilen ağız içi mikroorganizmalara karşı yüksek oranda antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu, ancak yüksek oranda kestane poleni içeren propolis örneğinin diğer iki propolis örneğine göre istatistiki olarak önemli düzeyde antimikrobiyal etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle ağız içi enfeksiyonların tedavisinde standartlaştırılmış kestane propolisi ekstraktlarının kullanılması önerilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, TÜBİTAK-2209 ve Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (DÜBAP Proje No: 2019.05.01.909) tarafından hibe ile desteklenmiştir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

Aga H, Shibuya T, Sugimoto T, Kurimoto M, Nakajima SH 1994. Isolation and identification of antimicrobial compounds in Brazilian propolis. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 58(5): 945-946.

Bağış N, Kurgan Ş, Önder C 2014. Ağız içi candida enfeksiyonları ve tedavisi. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Dergisi*, 41(3): 191-198.

Bankova VS, De Castro SL, Marcucci MC 2000. Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31: 3-15.

Bogdanov S 2012. Propolis: Composition, Health, Medicine: A Review. *Bee Product Science*.

Bradshaw DJ, Marsh PD, Watson GK, Allison C 1998. Role of *Fusobacterium nucleatum* and coaggregation in anaerobe survival in planktonic and biofilm oral microbial communities during aeration. *Infection and immunity*, 66(10): 4729-4732.

Chirumbolo S 2011. Propolis as anti-inflammatory and anti-allergic compounds: Which role for flavonoids? *International Immunopharmacology*, 11(9): 1386-1387.

Choudhari MK, Punekar SA, Ranade RV, Paknikar KM 2012. Antimicrobial activity of stingless bee (*Trigona* sp.) propolis used in the folk medicine of Western Maharashtra, India. *Journal of Ethnopharmacology*, 141(1): 363-367.

De Andrade Ferreira FB, Torres SA, da Silva Rosa OP,

Ferreira CM, Garcia RB, Marcucci MC, Gomes BP 2007. Antimicrobial effect of propolis and other substances against selected endodontic pathogens. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(5): 709-716.

Demir H, Birdane YO 2015. Hepatotoksik Antibiyotikler. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 8(1): 65-73.

Dobrowolski JW, Vohora SB, Sharma K, Shah SA, Naqvi SA, Dandiya PC 1991. Antibacterial, antifungal, antiamebic, antiinflammatory and antipyretic studies on propolis bee products. *Journal of ethnopharmacology*, 35(1): 77-82.

Dos Santos L, Hochheim S, Boeder, AM, Kroger A, Tomazzoli MM, Dal Pai Neto R, de Cordova CM 2017. Chemical characterization, antioxidant, cytotoxic and antibacterial activity of propolis extracts and isolated compounds from the Brazilian stingless bees *Melipona quadrifasciata* and *Tetragonisca angustula*. *Journal of Apicultural Research*, 56(5): 543-558.

Eroğlu N, Kambur Acar M, Kekeçoğlu M 2021. The Investigation Propolis Foraging Preference of Different Honey Bee Races. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science*, 31(1):133-141.

Feres M, Figueiredo LC, Barreto IM, Coelho MH, Araujo MW, Cortelli SC 2005. In vitro antimicrobial activity of plant extracts and propolis in saliva samples of healthy and periodontallyinvolved subjects. *Journal of the International Academy of Periodontology*, 7(3): 90-96.

Ferrari CKB, Percario S, Silva JCCB, Torres EAFD 2016. An apple plus a brazil nut a day keeps the doctors away: Antioxidant capacity of foods and their health benefits. *Current Pharmaceutical Design*, 22(2): 189-195.

Frezza COD, Garcia CSC, Gambato G, de Souza MDO, Salvador M, Moura S, Roesch-Ely M 2013. Chemical characterization, antioxidant and cytotoxic activities of Brazilian red propolis. *Food and Chemical Toxicology*, 52: 137-142.

Gençay Ö, Sorkun K 2006. Microscopic analysis of propolis samples collected from East Anatolia (Kemaliye-Erzincan). *FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences*, 31(4): 192-197.

Ghisalberti E 1979. Propolis: A review. *Bee World*, 60(2): 59-84.

Grbic JT, Mitchell-Lewis DA, Fine JB, Phelan JA, BucklanRS, Zambon JJ, Lamster IB 1995. The relationship of candidiasis to linear gingival erythema in HIV-infected homosexual men and parenteral drug users. *Journal of periodontology*, 66(1): 30-37.

Hegazi AG, Abd El Hady FK, Abd Allah FA 2000. Chemical composition and antimicrobial activity of European propolis. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 55(1-2): 70-75.

Hegazi AG, El Hady FK 2001. Egyptian propolis: 1-

- antimicrobial activity and chemical composition of Upper Egypt propolis. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 56(1-2): 82-88.
- Kandaswamy D, Venkateshbabu N, Gogulnath D, Kindo AJ 2010. Dentinal tubule disinfection with 2% chlorhexidine gel, propolis, morinda citrifolia juice, 2% povidone iodine, and calcium hydroxide. *International endodontic journal*, 43(5): 419-423.
- Kartal M, Yıldız S, Kaya S, Kurucu S, Topçu G 2003. Antimicrobial activity of propolis samples from two different regions of Anatolia. *Journal of ethnopharmacology*, 86(1): 69-73.
- Kayaoglu G, Ömürlü H, Akca G, Gürel M, Gençay Ö, Sorkun K, Salih B 2011. Antibacterial activity of Propolis versus conventional endodontic disinfectants against *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules. *Journal of endodontics*, 37(3): 376-381.
- Kolayli S, Palabiyik I, Atik DS, Keskin M, Bozdeveci A, Karaoglu SA 2020. Comparison of Antibacterial and Antifungal Effects of Different Varieties of Honey and Propolis Samples. *Acta Alimentaria*, 49(4): 515-523.
- Koo H, Gomes BP, Rosalen PL, Ambrosano GM, Park YK, Cury JA 2000. In vitro antimicrobial activity of propolis and *Arnica montana* against oral pathogens. *Archives of oral biology*, 45(2): 141-148.
- Koo H, Cury JA, Rosalen PL, Ambrosano GM, Ikegaki M, Park YK 2002. Effect of a mouthrinse containing selected propolis on 3-day dental plaque accumulation and polysaccharide formation. *Caries Research*, 36(6): 445-448.
- Kouidhi B, Zmantar T, Bakhrouf A 2010. Anticariogenic and anti-biofilms activity of Tunisian propolis extract and its potential protective effect against cancer cells proliferation. *Anaerobe*, 16(6): 566-571.
- Mirzoeva OK, Grishanin RN, Calder PC 1997. Antimicrobial action of propolis and some of its components: the effects on growth, membrane potential and motility of bacteria. *Microbiological research*, 152(3): 239-246.
- Nes IF, Diep DB, Holo H 2007. Bacteriocin diversity in *Streptococcus* and *Enterococcus*. *Journal of bacteriology*, 189(4): 1189-1198.
- Oh S, Lee J, Kim G, Shim G, Back J 2003. Anticariogenic activity of a bacetracin produced by lactococcus bacteria. *Food Science and Biotechnology*, 12: 9-12.
- Oncag O, Cogulu D, Uzel A, Sorkun K 2006. Efficacy of propolis as an intracanal medicament against *Enterococcus faecalis*. *General dentistry*, 54(5): 319-322.
- Ozan F, Sümer Z, Polat ZA, Er K, Ozan U, Deger O 2007. Effect of mouthrinse containing propolis on oral microorganisms and human gingival fibroblasts. *European Journal of Dentistry*, 1(4): 195-201.
- Ozan U, Hubbezoglu I, Sumer Z 2009. Sodyum hipoklorit, klorheksidin ve propolis içerikli solüsyonların potasyum titanyum fosfat lazer ile birlikte kullanımlarının candida albicans üzerine etkinliklerinin incelenmesi. *Cumhuriyet Dental Journal*, 12(1): 33-38.
- Rostamifar S, Azad A, Bazrafkan A, Modaresi F, Atashpour S, Jahromi ZK 2021. New Strategy of Reducing Biofilm Forming Bacteria in Oral Cavity by Bismuth Nanoparticles. *BioMed Research International*, 2021: 1-8.
- Schneidewind EM, Büge A, Kala H, Metzner J, Zschunke A 1979. Identification of an antimicrobially active constituent isolated from propolis. *Pharmazie*, 34: 103-106.
- Sitheequ MAM, Samaranayake LP 2003. Chronic hyperplastic candidosis/candidiasis (candidal leukoplakia). *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14(4): 253-267.
- Sonmez S, Kirilmaz L, Yucesoy M, Yücel B, Yilmaz B 2005. The effect of bee propolis on oral pathogens and human gingival fibroblasts. *Journal of ethnopharmacology*, 102(3): 371-376.
- SPSS 2005. IBM SPSS Statistics 15.0 for Windows. Armonk, NY.
- Turkmen B, Ayhan K, Altuntaş EG 2016. Dental Plak Oluşumundan Sorumlu Mikroorganizmalar ve Bunların Tüketilen Gıdalarla İlişkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5: 51-61.
- Warakomska Z, Maciejewicz W 1992. Microscopic analysis of propolis from Polish regions. *Apidologie*, 23(4): 277-283.
- Yang L, Yan QH, Ma JY, Wang Q, Zhang JW, Xi GX 2013. High performance liquid chromatographic determination of phenolic compounds in propolis. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 12(5): 771-776.



## Bazı Yerel Üzüm Çeşitlerinde (*Vitis vinifera* L.) Stoma Özellikleri ile Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Arasındaki İlişkiler

Tuncer ARSLAN<sup>1</sup>, Adnan DOĞAN<sup>2\*</sup>, Cüneyt UYAK<sup>3</sup>, Deniz Uğur GÜZEL<sup>4</sup>

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Zeve Kampüsü, Tuşba/VAN

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2215-4361>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8623-0629>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-6101-6845>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-2606-3985>

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

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Yüksekova (Hakkari) yöresinde yetiştirilen 12 yerel üzüm çeşidinin stoma yoğunluklarını ve boyutlarını belirlemektir. Ayrıca, stoma özellikleri ile fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkileri saptamaktır. Stoma özelliklerini belirlemek amacıyla her çeşidin yaz sürgünlerinin 4-5. Boğumlarından yaprak örnekleri alınmış ve yaprak yüzeyinin farklı yerlerinden (dip, orta, uç) kalıp alma yöntemi ile stoma yoğunlukları ve boyutları belirlenmiştir. Stoma yoğunluklarının 166.13-247.12 adet mm<sup>2</sup>, stoma boylarının 22.63-27.88 µm, stoma enlerinin ise 14.59-19.00 µm değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yapraklardaki stoma yoğunluğu ile yaprak büyüklüğü ve salkım ağırlığı arasında pozitif yönlü, stoma yoğunluğu ile üzüm şirasında ŞÇKM arasında negatif yönlü anlamlı bir korelasyon bulunmuştur.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 14.06.2020

Kabul Tarihi : 24.04.2021

### Anahtar Kelimeler

Hakkari

Üzüm Çeşidi

Stoma Yoğunluğu

*Vitis vinifera*

## Relationships Between Physical and Chemical Properties with Stoma Properties in Some Local Grape Varieties (*Vitis vinifera* L.)

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the stoma densities and sizes of 12 local grape varieties grown in Yüksekova (Hakkari) province, as well as to determine the relationships between stomatal properties with physical and chemical properties. In order to determine stoma properties, leaf samples were taken from 4-5 th nodes of the summer shoots of each variety and stoma densities and sizes were determined by nail polish method from different parts of the leaf surface (bottom, middle, tip). It was determined that stoma densities were between 166.13-247.12 pcs mm<sup>2</sup>, stoma lengths were between 22.63-27.88 µm, and stoma widths were between 14.59-19.00 µm. A significant positive correlation was found between stoma density with leaf size and cluster weight, and a significant negative correlation was found between stoma density with soluble solids content in grapes.

### Research Article

### Article History

Received : 14.06.2020

Accepted : 24.04.2021

### Keywords

Hakkari

Grape variety

Stoma density

*Vitis vinifera*

**Atıf İçin:** Arslan T, Doğan A, Uyak C, Güzel DU 2022. Bazı Yerel Üzüm Çeşitlerinde (*Vitis vinifera* L.) Stoma Özellikleri ile Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Arasındaki İlişkiler. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 243-252. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.752695.

**To Cite:** Arslan T, Doğan A, Uyak C, Güzel DU 2022. Relationships Between Physical and Chemical Properties with Stoma Properties in Some Local Grape Varieties (*Vitis vinifera* L.). KSU J. Agric Nat 25 (2): 243-252. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.752695.

### GİRİŞ

Stoma bitkinin toprak üstündeki organlarının hava alışverişini sağlayan epiderma hücreleri arasında oluşan bir yapıdır. Ekolojik dengenin doğal unsuru olan bitkiler doğada yaşamın devamı açısından özel bir öneme sahiptirler. Bitkiler fotosentez sayesinde canlı yaşamının sürdürülmesi için gerekli olan besin ve oksijeni üretirken, transpirasyon sayesinde de hem

kendi fizyolojik faaliyetlerinin hem de doğadaki su döngüsünün devamlılığını sağlarlar. Canlı yaşamının devamlılığını sağlayan bu iki fizyolojik faaliyetin meydana gelmesinde stomalar ve klorofil en önemli rolleri üstlenmişlerdir. Yapraklar üzerinde bulunan stomalar yaprak ve atmosfer arasındaki karbondioksit (CO<sub>2</sub>), oksijen (O<sub>2</sub>) ve su buharı alışverişini sağlayarak transpirasyon ve fotosentezi

yönlendirmektedirler. Bitkilerde buhar halindeki su kaybının % 85-90'ı stomalardan gerçekleştiğinden dolayı stomalar bitki-su ilişkisinin düzenlenmesinde önemli rol oynarlar (Yentürk, 1984). Bitki-su ilişkisi bitkilerin verimliliği, ürün kalitesi, adaptasyon yetenekleri ve fizyolojik faaliyetleri üzerine etkili olan faktörlerden biridir.

Stomaların yoğunlukları ve boyutları bitkilerin fotosentez ve transpirasyon gibi fizyolojik olayları, bitki-su ilişkileri ve değişik çevre koşulları adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesinde önemli etkilere sahiptirler (Loveys ve Kriedeman, 1973; Ohsinu ve ark., 2007; Yousufzai ve ark., 2009; Arminian ve ark., 2010; Sarwar ve ark., 2013). Bitkilerdeki stoma yoğunlukları ve boyutlarının tür ve çeşide, çevre ve bakım koşulları ile vejetatif gelişmeye göre değişim gösterebilecekleri bildirilmiştir (Iotsova-Baurenska, 1975; Rana ve ark., 1990, Mısırlı ve Aksoy, 1994; Çağlar ve ark., 2004; Zarinkamar, 2006; Ilgın ve Çağlar, 2009). Stoma yoğunluğundaki bu değişiklik, çevresel değişimin bir göstergesi olarak da tanımlanabilir (Case, 2004). Çevre koşulları, stoma yoğunluğunu dolayısıyla da bitki gelişimini etkilemektedir. Fizyolojik yanıtın bir göstergesi olarak stomaların bu özelliği kullanıldığında, bitkinin çevresel değişikliklere uyumunun izlenmesi mümkün olabilmektedir (Zarinkamar, 2001).

Asma yaprağında stomalar sadece yaprakların alt yüzey üzerinde yer almaktadırlar. Bu nedenle, asma yaprakları "Hipostomatik yapraklar" grubuna girmektedirler. Stomalar, transpirasyon ve gaz alışverişi olaylarını düzenli bir şekilde porlarını açmak ve kapatmak suretiyle düzenlemektedirler. Yapılan çalışmalar, mesofil dokusu ince olan yapraklarda stomaların daha küçük, yoğunluk bakımından daha fazla olduğunu; mesofil dokusu çok tabakalı olanlarda ise stomaların büyük, fakat yoğunluk olarak az olduğunu ortaya koymuştur (Ağaoğlu, 1999).

Asma tür ve çeşitlerinde stoma yoğunlukları ve boyutları ile bunlar üzerine etkili olan faktörleri belirlemek amacıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır (Marasalı ve Aktekin, 2003; Gökbakar ve ark., 2008; Gargın, 2009; Rogiers ve ark., 2011; Bekişli, 2014; Durmaz, 2014; İşçi ve ark., 2015; Tetik ve Dardeniz, 2016; Atik ve Dardeniz, 2018). Asmalarda fotosentez, su kaybı, adaptasyon, gelişme, verim ve kalite ile stoma yoğunluğu ve boyutları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi yetiştiricilik açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, Yüksekova yöresinde yetiştirilen yerel üzüm çeşitlerinin stoma yoğunluklarını ve boyutlarını belirlemektir. Ayrıca, stoma özellikleri ile fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkileri tespit etmektir.

## MATERYAL ve METOD

Bu çalışma, 2018 yılında Yüksekova (Hakkari) yöresinde üretici bağlarında kendi kökleri üzerinde yetiştirilen, goble terbiye sistemine sahip 12 farklı yerel üzüm çeşidi (Besirane, Daufi, Ğatunok, Mercani, Merceğül, Mirani, Savdani, Öküzgözü, Reşmiv, Tırşık, Tritelk ve Zerik) üzerinde yürütülmüştür. Yöredeki yerel üzüm çeşitlerinin hemen hemen hepsi sofralık olarak değerlendirilse de Daufi ve Zerik sofralık diğer üzüm çeşitleri şıralık karakterdedir. Üzümler aynı bağdan alınmış benzer yetiştirilme düzeylerine sahiptirler. Yetiştiricilik yapılan bağda temel gübreleme yapılmış olup, Temmuz ve Ağustos aylarında 20 günde bir karık yöntemiyle üç sulama yapılmıştır. Araştırmadaki yerel üzüm çeşitlerinin alındığı konum olan Yüksekova (Hakkari) olup karasal iklimin etkisindedir.

Yaprak yüzeylerindeki stoma gözlemleri; kalıp alma, saydamlaştırma ve SEM (Taramalı Elektron Mikroskopu) yöntemleri kullanılarak yapılabilmektedir. İncelenen çeşitlerde yaprak tüylülüğü olmadığı için kolay ve maliyetsiz yöntem olan kalıp alma yöntemi tercih edilmiştir. İncelenen üzüm çeşitlerinin yapraklarının farklı bölgelerinde ki (Dip, Orta, Uç) stoma özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır (Şekil 1). Kalıp alma yönteminde yaprakların alt yüzeyine 1.5 x 3.0 cm'lik alana fırça ile ince bir tabaka olacak şekilde 'Flormar-FC36' marka şeffaf tırnak cilası tek kat halinde uygulanmıştır. Tırnak cilasının iyice kuruduğu görüldükten sonra (8-10 dakika) tırnak cilası sürülen alanların üstü hava boşluğu kalmayacak şekilde şeffaf bantla kapatılmıştır. Sonrasında stoma kalıpları çıkarılmış olan bant kalıba zarar vermeyecek şekilde hafifçe kaldırılarak mikroskop lamı üzerine hava boşluğu kalmayacak şekilde yapıştırılmıştır. Alınan stoma kalıpları üzerinde 10x40 büyütmeli bir ışık mikroskopunda (Leica), 0,196 mm<sup>2</sup> 'lik görüş alanında stoma gözlemleri yapılmıştır (Eriş ve Soylu 1990; Yıldırım ve Dardeniz 2017). Stoma kalıplarında; stoma yoğunluğu (adet/mm<sup>2</sup>), stoma eni (µm) ve stoma boyu (µm) parametreleri incelenmiştir. Stoma yoğunluğu (adet/mm<sup>2</sup>); birim yaprak alanındaki (mm<sup>2</sup>) stoma sayısı olup, 0,196 mm<sup>2</sup> 'lik görüş alanında sayılan stomaların 1 mm<sup>2</sup> 'ye oranlanması ile hesaplanmıştır. Stoma boyutları Leica mikroskop yazılımı (Leica Application Suite) ile ölçümlenmiştir.

## Örnekleme Yöntemi

Yaprağın sürgün üzerindeki pozisyonu stoma sayısını etkilemektedir (Düzenli ve Ağaoğlu, 1992). Bu nedenle bu çalışmada stoma yoğunluklarını belirlemek için, her yerel üzüm çeşidinin 10 adet yaz sürgünlerinin 4. ve 5. boğumundan, Temmuz ayı içinde gelişmesini tamamlamış, sağlıklı ve çeşide



özgü normal formda olan 20 adet yaprak örneği öğleden sonra saat 16'da analizler için alınmıştır.

(Şekil 1). Tırnak cilası asmalar hipostomatik özellikte oldukları için yaprağın alt yüzeyine sürülmüştür.



Şekil 1. Kalıp alma metodundan görüntüler.

Figure 1. Images from the nail polish method.

### Laboratuvar analizleri

Stoma gözlemleri için örnek alınan asmalardan üzüm çeşitlerini temsil eden salkımlardan rastgele alınan 100 adet tanenin sıkılması ile elde edilen üzüm suyunda pH, toplam asitlik, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) ve sıra verimi belirlenmiştir. Her bir çeşide ait 10 adet salkımın tartılmasıyla salkım ağırlığı ve bu salkımların değişik yerlerinden alınan 100 adet tanede tane ağırlığı ve çekirdek ağırlığı belirlenmiştir. Yaprak büyüklüğü (OIV 065) ve tane kabuk renginin (OIV 225) belirlenmesinde "Üzüm Tanımlayıcıları" (Descriptors for Grape) esas alınmıştır (Anonim, 1983, 1989).

### İstatistik Analizler

Stoma kalıpları çıkarılan yapraklardan her çeşit için rastgele seçilen beş adet örnek mikroskopta incelenmiş ve her incelenen örneğin dört tekerrürlü olarak dört ayrı bölgesinde kareli sayım yapılmıştır. Elde edilen değerlere dört tekerrürlü tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile ortaya konmuştur. Çeşitlerin stoma yoğunlukları ve boyutları ile fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişki belirlemek amacıyla pearson momentler çarpım korelasyonu kullanılmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

İncelenen üzüm çeşitlerine ait stoma yoğunluğu ve stoma boyutlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 1 ve Çizelge 2'de sunulmuştur. Çalışmada, stoma yoğunluğu ve boyutları üzerine çeşidin etkisinin oldukça önemli olduğu, yaprak yüzeyinin farklı yerlerinden (dip, orta, uç) örnek almanın önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Yapraklardaki stoma yoğunluğu ve boyutları açısından çeşitler arasında istatistiki olarak farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek stoma

yoğunluğu Tırşık ( $247.12 \pm 48.55$  adet/ $\text{mm}^2$ ) çeşidinde kaydedilmiş, en düşük stoma yoğunluğu ise Mercani ( $166.13 \pm 34.05$  adet/ $\text{mm}^2$ ) çeşidinde gözlemlenmiştir (Çizelge 2).

Yapraklardaki stoma yoğunlukları ve boyutları açısından asma tür ve çeşitleri arasında önemli farklılıklar olduğu birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir. Nitekim asma yapraklarındaki stoma yoğunluklarını During (1980),  $173.6-349.3$  adet/ $\text{mm}^2$ ; Eriş ve Soylu (1990),  $129-254$  adet/ $\text{mm}^2$ ; Gargın (2009),  $127-153.8$  adet/ $\text{mm}^2$ ; Uyak ve ark. (2016),  $128.20-192.30$  adet/ $\text{mm}^2$  değerleri arasında bildirmişlerdir. En büyük stoma boyu Mercani ( $27,88 \pm 3.30$   $\mu\text{m}$ ), çeşidinde ölçülürken, en düşük stoma boyu Ğatunok ( $22,63 \pm 3.73$   $\mu\text{m}$ ) çeşidinde ölçülmüştür. En büyük stoma eni Zerk ( $19.00 \pm 2.79$   $\mu\text{m}$ ), çeşidinde ölçülürken, en düşük stoma eni Tritelk ( $14.59 \pm 3.37$   $\mu\text{m}$ ) çeşidinde ölçülmüştür (Çizelge 2).

Eriş ve Soylu (1990), stoma boylarının  $22.6-28.3$   $\mu\text{m}$ , stoma enlerinin  $13.6-18.6$   $\mu\text{m}$ ; Uyak ve ark. (2016), stoma boylarının  $20.43-27.82$   $\mu\text{m}$ , stoma enlerinin ise  $13.12-18.36$   $\mu\text{m}$  değerleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, üzüm çeşitlerinde stoma sayısının farklılık göstermesi ve bu farklılığın istatistiki açıdan ( $P < 0.05$ ) önemli olması ekolojik koşullar ve genetik yapı farklılığı ile açıklanabilir (Mısırlı ve Aksoy, 1994; Çağlar ve ark., 2004). üzerindeki pozisyonlarına göre değişiklik gösterebildiği belirtilmiştir (Düzenli ve Ağaoğlu, 1992). Asmalarda stoma yoğunluğu ve boyutlarının gübreleme (Tompa ve ark., 1976; Boselli ve Scienza, 1983; Ruehl ve Imgraben, 1985), fungusit uygulamaları (Sekera, 1983); anaç ve terbiye sistemi (Düzenli ve Ergenoğlu, 1988; Kara ve Özeke, 1999; İşçi ve ark, 2015; Atik ve Dardeniz, 2018), çevre koşullarına ve çeşit özelliklerine (Eriş ve Soylu, 1990; Uyak ve ark, 2016) göre değişiklik gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 1. Stoma yoğunlukları ve boyutlarına ilişkin varyans analiz sonuçları  
Table 1. Variance analysis results of stoma densities and sizes

<b>Stoma yoğunluklarına ilişkin varyans analizi</b>				
<i>Variance analysis of stoma density</i>				
Varyasyon Kaynağı <i>Variation Source</i>	S.D. <i>D.F</i>	K.T. <i>S.S</i>	K.O. <i>A.S</i>	F-Değeri <i>F-Value</i>
A: Çeşit	11	42873.2	3897.56	3.10 ***
B: Dip / Orta / Uç	2	1608.58	804.29	0.64 ÖD.
C: Tekerrür	4	31,0582	7,76455	0,92 ÖD.
Hata	57	71728.4	1258.39	
Toplam	71	120577		
<b>Stoma boylarına ilişkin varyans analizi</b>				
<i>Variance analysis of stoma lengths</i>				
Varyasyon Kaynağı <i>Variation Source</i>	S.D. <i>D.F</i>	K.T. <i>S.S</i>	K.O. <i>A.S</i>	F-Değeri <i>F-Value</i>
A: Çeşit	11	741.081	67.371	8.00 ***
B: Dip / Orta / Uç	2	35.6577	17.8288	2.12 ÖD.
C: Tekerrür	4	31,0582	7,76455	0,92 ÖD.
Hata	57	740.835	8.41857	
Toplam	71	5150.77		
<b>Stoma enlerine ilişkin varyans analizi</b>				
<i>Variance analysis of stoma widths</i>				
Varyasyon Kaynağı <i>Variation Source</i>	S.D. <i>D.F</i>	K.T. <i>S.S</i>	K.O. <i>A.S</i>	F-Değeri <i>F-Value</i>
A: Çeşit	11	638.051	58.0046	8.50 ***
B: Dip / Orta / Uç	2	27.6889	13.8444	2.03 ÖD.
C: Tekerrür	4	51.9645	12.9911	1.90 ÖD.
Hata	57	600.826	6.82761	
Toplam	71	4391.3		

\*\*\*: (p<0.001); \*\*: (p<0.01); \*: (p<0.05); Ö.D.: Önemli Değil

Çizelge 2. İncelenen çeşitlerin yapraklarındaki stoma yoğunlukları ve boyutları  
Table 2. The stoma densities and sizes in the leaves of the studied varieties

Çeşit <i>Variety</i>	Stoma yoğunluğu (adet mm <sup>2</sup> ) <i>Stoma density (piece mm<sup>2</sup>)</i>	Stoma boyu (µm) <i>Stoma length (µm)</i>	Stoma eni (µm) <i>Stoma width (µm)</i>
Besirane	195.21±41.15 cdef	26.57±3.70 abc	18.39±2.52 abc
Daufi	191.05±25.42 def	25.15±3.21 cde	17.62±2.28 cd
Ğatunok	186.90±51.26 ef	22.63±3.73 f	15.87±3.56 efg
Mercani	166.13±34.05 f	27.88±3.30 a	17.05±3.39 cde
Merçegül	230.51±38.94 abcd	25.69±4.39 bcd	17.94±4.05 abc
Mirani	232.59±46.71 abc	27.40±4.78 ab	18.99±2.71 ab
Savdani	230.51±31.70 abcd	24.15±3.16 def	16.55±3.10 def
Öküzgözü	242.97±56.22 ab	25.60±3.53 bcd	17.66±3.44 bcd
Reşmiv	209.74±38.62 abcde	23.67±4.32 ef	16.07±3.39 ef
Tırşık	247.12±48.55 a	25.13±3.73 cde	15.67±3.71 fg
Tritelk	193.13±29.36 cdef	24.55±3.30 de	14.59±3.37 g
Zerik	205.59±48.65 bcdef	25.68±4.39 bcd	19.00±2.79 a
<b>Ortalama</b>	<b>210.95</b>	<b>25.34</b>	<b>17.12</b>
<b>Maksimum</b>	<b>247.12</b>	<b>27.88</b>	<b>19.00</b>
<b>Minimum</b>	<b>166.13</b>	<b>22.63</b>	<b>14.59</b>

a-g: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir Duncan (P<0.05).

Asma yapraklarındaki stoma yoğunluklarının çeşitlere, ekolojiye, uygulanan bakım koşullarına, yaprakların genç veya yaşlı oluşları ile sürgün

Türkiyede yapılan çalışmalarda gerek sera gerekse arazide yetiştirilen üzüm çeşitlerinin yapraklarının değişik loblarında birim alandaki stoma sayılarının

istatistiki anlamda farklılık oluşturmadığını bildirmektedir (Düzenli ve Ağaoglu 1992). Araştırmacıların öne sürmüş oldukları bulgular ile bu araştırmanın bulguları paralellik arz etmektedir.

Marasalı ve Aktekin (2003), Ankara koşullarında yetiştirilen üzüm çeşitlerinin yapraklarındaki stoma

yoğunluğunu yetiştirme koşullarına (sulanan ve sulanmayan) bağlı olarak incelemiştir. Elde etmiş oldukları sonuçlara göre, bir çeşitte stoma varlığının sulama ile değişmeyeceği yönünde görüş bildirmişlerdir.

Düzenli ve Ağaoğlu (1992)'da, Razakı üzüm çeşidinde stoma sayısını diğer çeşitlere göre daha fazla bulmuşlardır. Razakı farklı ekolojilerde yetiştirilebilen bir çeşittir. Kuraklığa dayanımı diğer çeşitlere göre daha iyidir. Yerli üzüm çeşitlerinin kurağa dayanıklılığı konusunda yapılan bir çalışmada ise, kuraklığa duyarlı (Çavuş, Amasya, Tarsus Beyazı ve Sultani Çekirdeksiz) çeşitlerinde, kurağa dayanıklı (Yapıncak ve Balbal) çeşitlerinden mm<sup>2</sup> ye düşen stoma sayısının daha az olduğu saptanmıştır (Eriş ve Soylu, 1990).

Kurağa dayanıklılık konusunda topraktaki su noksanlığının stoma sayısında artışa yol açtığı, benzer şekilde soğuğa dayanıklı çeşitlerin daha az sayıda stomaya sahip oldukları kaydedilmektedir (Gindel, 1969). Stomaların göstermiş oldukları bu ekofizyolojik özellikler, üzümlerde kurağa ve soğuğa dayanım faktörlerinin araştırılmasında ve çeşitlerin bu bağlamda sınıflandırılmasında önemli bir role sahiptirler.

Çınar ve ark. (2016) yerfıstığı üzerine yaptıkları bir çalışmada farklı sulama suyu seviyelerinin incelenen özellikler içerisinde stoma eni ile bir ilişkisi olmadığı, stoma yoğunluğu, stoma boyu, epidermal hücre sayısı ve stoma indeksi üzerine etki ettiğini belirlemişlerdir. Su kısıtı olmayan koşullar altında yetiştirilen yerfıstığı bitkilerinin stoma özellikleri ile su kısıtı altında yetiştirilen yerfıstığı bitkilerinin stoma özellikleri arasında bitkiye uygulanan sulama suyuna

bağlı olarak önemli farklılıklar elde edildiği görülmektedir. Araştırma sonuçları, su stresi koşullarında stoma özelliklerinde önemli değişiklikler olduğunu göstermiştir.

Durmaz (2014) üzüm çeşitleri ve Amerikan asma anaçlarının stoma özelliklerini incelediği bir çalışmada, stoma sayısının çeşide özgü bir nitelik olduğu ve bağ koşullarında aynı çeşidin veya anacın güneşte kalan veya gölgede olan yaprakları arasında, stoma sayısının değişimi yönünde bir farklılıktan söz etmenin mümkün olduğunu vurgulamaktadır. Yine benzer bir çalışmada Doğan ve ark., (2020) üzüm yaprakların alındığı konumun (gölge/güneş) yapraklardaki stoma yoğunluğu ve stoma boyutları açısından çeşitler arasında istatistiki olarak farklılık olduğunu incelenen tüm çeşitlerde güneşte olan yaprakların stoma yoğunluklarının daha fazla olduğunu rapor etmektedirler.

Araştırmada tespit edilen yöresel üzüm çeşitlerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3'de, üzerinde çalışılan üzüm çeşitlerinin, salkım, tane, yaprak ve çiçek görüntüleri ise Şekil 2'de sunulmuştur.

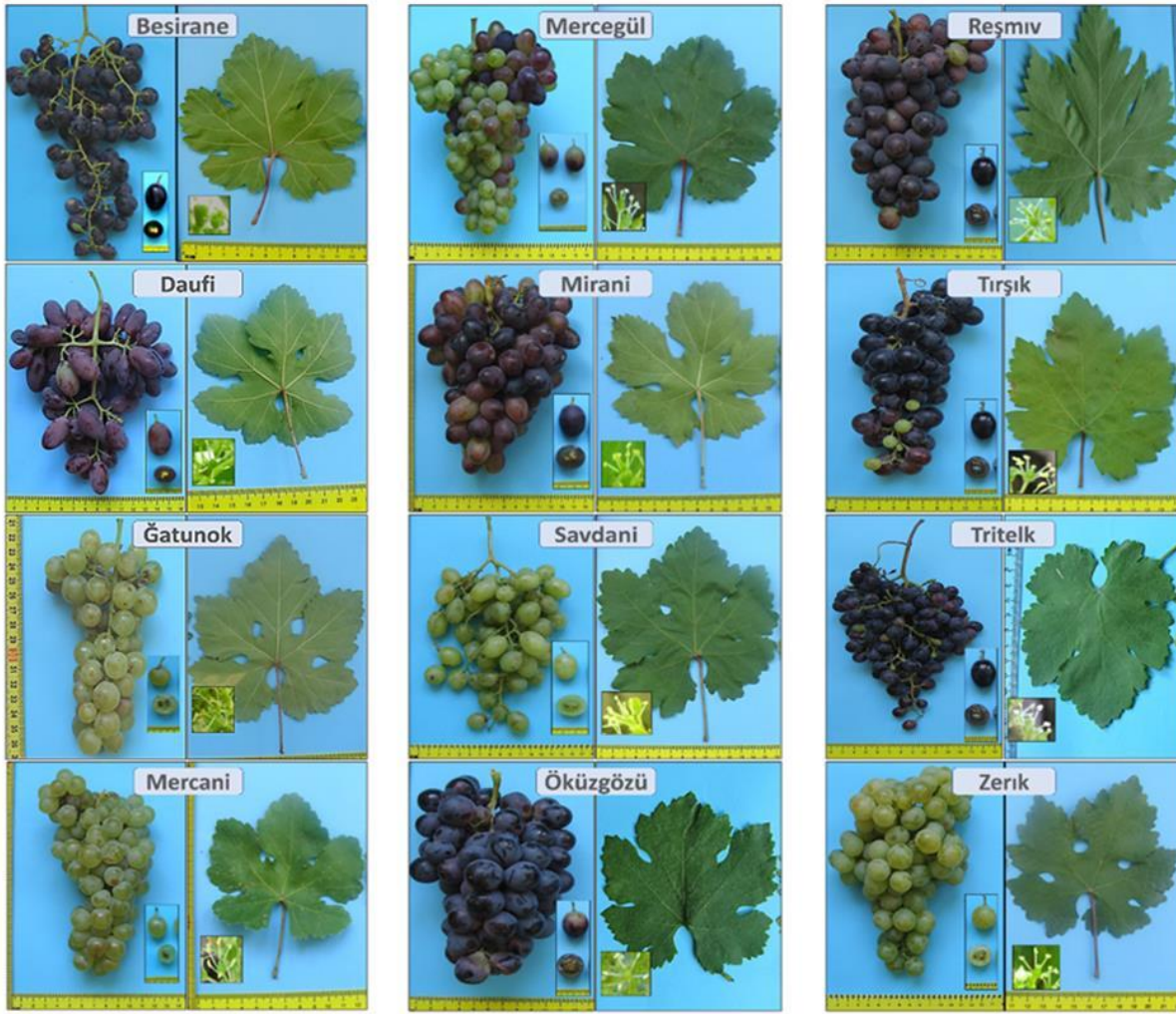
İncelenen üzüm çeşitlerinin stoma yoğunlukları ve boyutları ile fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki korelasyon analizi sonuçlarına göre, yapraklardaki stoma yoğunluğu ile yaprak büyüklüğü ve salkım ağırlığı arasında pozitif yönlü ( $r= 0,903-0,836$ ;  $p<0.01$ ); stoma yoğunluğu ile çekirdek ağırlığı ve suda çözünebilir kuru madde miktarı arasında negatif yönlü anlamlı bir ilişki ( $r= - 0.501$   $p<0.05$  ve  $r=-0,897$ ;  $p<0.01$ ) bulunmuştur. Stoma boyu ile stoma eni arasında pozitif yönlü ( $r=0,623$ ;  $p<0.05$ ), stoma eni ile toplam asitlik arasında negatif yönlü ( $r= -0.739$ ;

Çizelge 3. İncelenen üzüm çeşitlerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler  
Table 3. Some physical and chemical properties of the studied grape varieties

Çeşit adı	Yaprak büyüklüğü	Çekirdek ağırlığı (mg)	Tane ağırlığı (g)	Salkım ağırlığı (g)	SÇKM (%)	Asitlik (g l <sup>-1</sup> )	Şıra verimi (ml 100 g)	Kabuk rengi
Variety	(cm <sup>2</sup> ) Leaf size	Seed weight	Berry weight	Cluster weight	TSS	Acidity	Must yield	Berry skin colour
Besirane	140.40	43.73	3.51	447.78	18	7.30	54.50	5
Daufi	136.40	55.48	3.84	310.62	19	6.00	54.50	5
Ğatunok	146.00	48.57	3.14	328.90	19	10.30	55.00	1
Mercani	128.40	46.16	2.75	346.86	20	13.00	56.00	1
Mercegül	170.80	33.56	2.86	482.50	18	12.00	56.50	6
Mirani	185.00	40.41	4.07	485.64	16	6.80	56.00	5
Şavdani	191.40	41.79	4.52	497.40	17	10.50	52.00	1
Öküzgözü	200.20	40.71	4.53	576.30	16	8.50	57.75	5
Reşmiv	164.80	40.62	4.97	425.10	18	7.70	48.75	5
Tırsık	175.70	29.92	2.58	485.44	16	12.10	55.78	5
Tritelk	156.50	28.42	1.61	380.20	18	16.30	55.75	5
Zerik	145.10	40.61	4.29	495.50	17	4.40	56.75	1
<b>Ort.</b>	<b>161.73</b>	<b>40.83</b>	<b>3.56</b>	<b>438.52</b>	<b>17.67</b>	<b>9.58</b>	<b>54.94</b>	
<b>Mak.</b>	<b>200.20</b>	<b>55.48</b>	<b>4.97</b>	<b>576.30</b>	<b>20.00</b>	<b>16.30</b>	<b>57.75</b>	
<b>Min.</b>	<b>128.40</b>	<b>28.42</b>	<b>1.61</b>	<b>310.62</b>	<b>16.00</b>	<b>4.40</b>	<b>48.75</b>	

Tane Kabuk rengi (OIV 225); 1:yeşil sarı, 2:pembe, 3:kırmızı, 4:kırmızı- gri 5:koyu kırmızı mor 6:mavi siyah





Şekil 2. İncelenen Üzüm çeşitleri.  
Figure 2. The studied grape varieties.

$p < 0.01$ ), yaprak büyüklüğü ile salkım ağırlığı arasında pozitif ( $r = 0.787$ ;  $p < 0.01$ ), yaprak büyüklüğü ile suda çözünebilir kuru madde miktarı arasında negatif ( $r = -0.817$ ;  $p < 0.01$ ), çekirdek ağırlığı ile suda çözünebilir kuru madde miktarı arasında pozitif ( $r = 0.506$ ;  $p < 0.05$ ), tane ağırlığı ile toplam asitlik arasında negatif ( $r = -0.787$ ;  $p < 0.01$ ), salkım ağırlığı ile suda çözünebilir kuru madde miktarı arasında negatif ( $r = -0.860$ ;  $p < 0.01$ ) yönlü anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4). Stoma yoğunluğu ile yaprak büyüklüğü, suda çözünebilir kuru madde miktarı, salkım ağırlığı ve çekirdek ağırlıkları arasında önemli regresyonların bulunduğu Şekil 3'de gösterilmiştir.

Üzüm çeşitlerinin stoma yoğunlukları ve boyutları ile üzümlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında yapılan ilişkilendirme çalışmalarının çok az sayıda olduğu gözlenmiştir. Kara ve Özeker, 1999, Harmony, Dogridge, Ramsey, 1613 C, 1616 C, 99 R ve 110 R anaçları üzerine aşılınmış Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşidinin yaprak genişliği, uzunluğu, yaş ve kuru ağırlığını ölçülmüşler ve stoma sayılarını

saptanmışlardır. Stoma sayısı ile incelenen yaprak özellikleri arasındaki ilişkilerin istatistiki açıdan önemli olmadığını belirlemişlerdir.

Scienza ve Boselli (1981), stoma boyutları ile ilgili olarak yaptıkları çalışmada yaprağın sürgün üzerindeki yeri ve özellikle genotipi tarafından, bu özelliğin yüksek derecede etkilendiğini belirlemişlerdir. Genel olarak bazal yapraklardaki stomanın kapladığı alanın uç yapraklardakine göre daha büyük olduğu saptanmışlardır

Forlani ve ark. (1983), asma anaçlarının büyüme güçleri ile stoma yoğunluğu arasındaki ilişkiyi incelemişler stoma yoğunluğu ile asmaların büyüme gücü arasında bir ilişki olmadığını tespit etmişlerdir.

Delice (2001), verim ve toplam yaprak alanı arasındaki pozitif korelasyonun önemli olduğunu; °Briks oranının, toplam yaprak alanı/ışıklanan yaprak alanı ve vejetatif gelişme/verim dengesi oranları ile bağlantılı olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak tanedeki şeker birikimi için esas etkenin çevre koşullarından kaynaklandığını, yaprak alanı ve ışıklanmasının sonra geldiğini bildirmişlerdir.

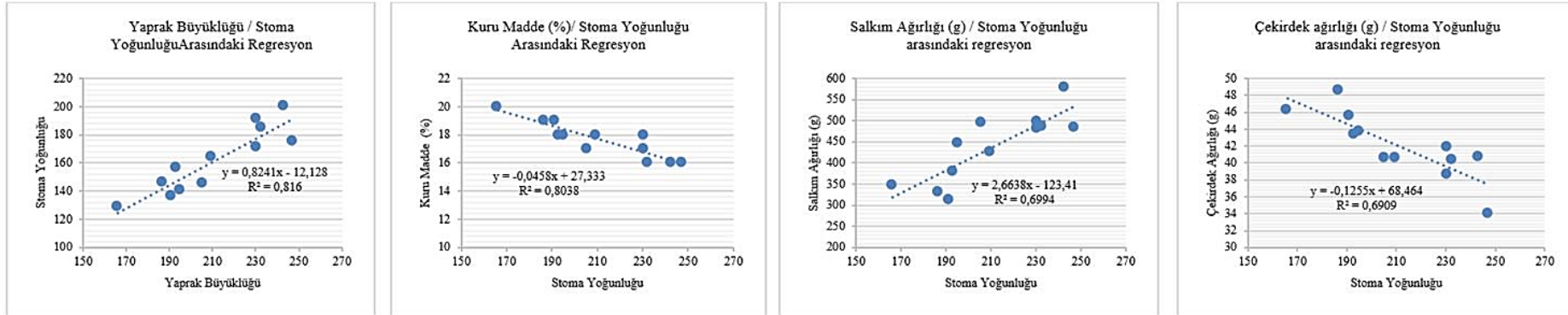


Çizelge 4. İncelenen üzüm çeşitlerinin stoma, ile fiziksel ve kimyasal özellikler arasındaki korelasyon analizi

Table 4. Correlation analysis between physical and chemical properties with stoma properties of the studied grape varieties

	Stoma yoğunluğu Stoma density	Stoma boyu Stoma length	Stoma eni Stoma width	Yaprak büyüklüğü Leaf size	Çekirdek ağırlığı Seed weight	Tane ağırlığı Berry weight	Salkım ağırlığı Cluster weight	SÇKM SSC	Asitlik Acidity	Şıra verimi Must yield	Tane rengi Berry colour
Stoma yoğunluğu	1										
Stoma boyu	-0,050	1									
Stoma eni	0,127	0,623 *	1								
Yaprak Büyüklüğü	0,903 **	-0,123	-0,013	1							
Çekirdek ağırlığı	-0,501 *	0,009	0,348	-0,446	1						
Tane ağırlığı	0,297	-0,090	0,478	0,345	0,439	1					
Salkım ağırlığı	0,836 **	0,191	0,367	0,787 **	-0,482	0,404	1				
Kuru madde	-0,897 **	-0,055	-0,207	-0,817 **	0,506 *	-0,314	-0,860 **	1			
Asitlik	-0,096	-0,109	-0,739 **	0,043	-0,560	-0,787 **	-0,203	0,223	1		
Şıra verimi	0,098	0,479	0,328	0,004	-0,172	-0,433	0,212	-0,189	0,123	1	
Tane rengi	0,415	0,132	0,026	0,292	-0,364	-0,116	0,211	-0,306	0,037	0,029	1

\*\* : Korelasyon 0.01 düzeyinde, \* : Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır.



Şekil 3. Stoma yoğunluğu ile incelenen bazı özelliklere ait regresyon grafikleri.

Figure 3. Regression graphs of the studied some properties with stoma density.

Işık ve ark. (1999), sürgünlerin büyüme süresini uzatan faktörlerin aynı zamanda şırada asit artışına neden olduğunu, sürgün büyümesinin sona erme tarihi ile asitlik arasında pozitif yönde korelasyon bulunduğunu bildirmişlerdir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada çeşitlerin stoma yoğunluğu ve boyutları üzerine olan etkisinin oldukça önemli olduğu ancak yaprak yüzeyinin farklı yerlerinden örnek alınmanın stoma yoğunluğu ve boyutları üzerine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Stoma yoğunluğu bakımından çeşitler arasındaki farklılığın önemli bulunması, belirli bir koşulda stoma yoğunluğunun çeşide özgü olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Genel olarak stoma boyutları küçüldükçe stoma yoğunluğunun artma eğilimi gösterdiği gözlemlenmiştir. Stomaların bir kısmı yaprak mezofil dokusunun mantar tabakası içinde gömülmüş olarak bulunduğu için bu stomaların kalıpta iz bırakması için tırnak cilasının fırçayla yanal sürülmesinden sonra hızlıca yaprak yüzeyine dik fırça darbeleri ile iyice yaprak yüzeyine oturmasını sağlamak önemli bir tespit edilen husus olmuştur. Bir başka husus ise tırnak cilasının tamamen kurumasından sonra tırnak cilası üzerine yapıştırılan şeffaf bantın yapışma yüzeyinin kaliteli olması ve bant yüzeyinde imalat esnasında hava kabarcıklarının kalmamasıdır.

Araştırma kapsamında, yapraklardaki stoma yoğunluğu ile yaprak büyüklüğü ve salkım ağırlığı arasında pozitif yönlü, stoma yoğunluğu ile üzümdeki suda çözünebilir kuru madde miktarı arasında negatif yönlü anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İncelenen üzüm çeşitlerinde yapraktaki stoma yoğunluğu arttıkça yaprak büyüklüğü ve salkım ağırlığının da arttığı, stoma sayısındaki artış ile birlikte üzümlerdeki suda çözünebilir kuru maddenin düştüğü gözlemlenmiştir. Stoma boyunun stoma eni ile pozitif yönlü, stoma eninin ise toplam asitlik ile negatif yönlü anlamlı bir ilişkinin olduğu ve stoma boyutlarının incelenen diğer özelliklerle anlamlı bir ilişkilerinin olmadığı tespit edilmiştir. Bunun dışında incelenen diğer fiziksel ve kimyasal özellikler arasında pozitif veya negatif yönlü anlamlı ilişkilerin olabileceği belirlenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FDK-2020-8649 nolu proje olarak desteklenmiştir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Ağaoğlu YS. 1999. Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık Cilt 1. Asma Biyolojisi. Kavaklıdere Eğitim Yayınları No. 1. Ankara. 205 s.
- Anonim 1983. Descriptor for Grape. IBPGR Secretariat, Roma.
- Anonim 1989. Minimal Descriptor List for Grapevine Varieties. 5th International Symposium on Grape Breeding, Geilwerlerhof.
- Arminian R, Mohammadi S, Hoshmand SA, Khodambashi M. 2010. The Genetic Analysis of Stomatal Frequency and Size, Stomatal Conductance, Photosynthetic Rate and Yield in Wheat (*Triticum aestivum* L.) Using Substitution Lines Series. Wheat Information Service, 110: 25–34.
- Atik F, Dardeniz A. 2018. Yalova İncisi Üzüm Çeşidinde Farklı Taç Yönetimi Uygulamalarının Yaprakların Stoma Özellikleri Üzerine Etkileri. ÇOMÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi ,6 (özel sayı): 33-37.
- Bekişli İM, 2014. Harran Ovası Koşullarında Yetiştirilen Bazı Asma Çeşitleri İle Amerikan Asma Anaçlarının Yaprak ve Stoma Özelliklerinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 108 sy.
- Boselli M, Scienza A. 1983. Effects of Potassium Fertilization on Density and Morphological Characteristics of Stomata in Grapevines. Vignevine (Bologna), 10 (1-2): 27-32.
- Çağlar S, Sütyemez M, Bayazıt S. 2004. Seçilmiş Bazı Ceviz (*Juglans Regia*) Tiplerinin Stoma Yoğunlukları. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17 (2): 169–174.
- Case S. 2004. Leaf Stomata as Bio Indicators of Environmental Change. TIEF, <https://plantstomata.wordpress.com/2021/04/02/leaf-stomata-as-bioindicators-of-environmental-change/> (Erişim: 18.01.2021)
- Çınar N, Aydınşakir K, Dinç N, Büyüktaş D, Işık M. 2016. Yerfıstığında (*Arachis hypogaea* L.) su stresinin stoma özellikleri üzerine etkisi. Mediterranean Agricultural Sciences, 29 (2): 79-84.
- Delice A. 2001. İtalia Üzüm Çeşidinde Vegetatif Gelişme İle Üzüm Kalitesi Arasındaki İlişkiler. (Doktora Tezi), Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ., 52 s.

- Doğan A, Uyak C, Akçay A, Keskin N, Gazioglu Şensoy R, Çelik F, Kunter B, Çavuşoğlu Ş, Özrenk, K. 2020. Hizan (Bitlis) Koşullarında Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Klorofil Miktarları ve Stoma Yoğunluklarının Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi , 30 (4): 652-665 . DOI: 10.29133/yyutbd.698508
- During H. 1980. Stomata frequenz bei Blättern von Vitis-species und Sorten. Vitis Journal of Grapevine Research, 19: 91-98.
- Durmaz, NE. 2014. Asma Yapraklarında Stoma Yoğunluğunun Saptanmasında Saydamlaştırma ve Kalıp Alma Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, Türkiye, 57 s..
- Düzenli S, Ağaoğlu YS. 1992. *Vitis vinifera* L.'nin Bazı Çeşitlerinde Stoma Yoğunluğu Üzerine Yaprak Yaşının ve Yaprak Pozisyonlarının Etkisi. Doğa-Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 16: 63-72.
- Düzenli S, Ergenoğlu F. 1988. Yüksek Terbiye Sisteminde Değişik Şekiller Verilmiş Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Kültür Çeşitlerinde Stoma Dağılımlarının Araştırılması. Türkiye III. Bağcılık Sempozyumu 31 Mayıs - 3 Haziran, Bildiri Özetleri.
- Eriş A, Soylu A. 1990. Stomatal Density in Various Turkish Grape Cultivars. Vitis Journal of Grapevine Research, Special Issue: 382-389.
- Forlani, M, Pasquarella, C, Coppola, V. 1983. The Relationship Between Stomatal Density and Vigour in Grapevine Rootstocks. Hort. Abstr. 53(7): 4948.
- Gargın S. 2009. Eğirdir/Isparta Koşullarında Bazı Üzüm Çeşitlerinin Stoma Yoğunluklarının Belirlenmesi. 7. Türkiye Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, 5-9 Ekim, Manisa.
- Gindel I. 1969. Stomata Constellation in The Leaves of Cotton, Maize and Wheat Plants As A Function of Soil Moisture and Environment. Physiol. Plant. 22, 1143-1151.
- Gökbakar Z, Dardeniz A, Bal M, 2008. Stomatal Density Adaptation of Grapevine to Windy Conditions. Trakia Journal of Sciences. 6 (1): 18-22.
- İlgın M, Çağlar S. 2009. Comparison of Leaf Stomatal Features in Some Local and Foreign Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Genotypes. African Journal of Biotechnology, 8 (6): 1074-1077.
- Iotsova-Baurenska N, 1975. Stomatal Numbers and Size in Juglans regia in Relation to Ecological Conditions. Fitologiya, 1: 19-24.
- İşçi B, Altındişli A, Kaçar E. 2015. Farklı Anaçlar Üzerine Aşılı Farklı Üzüm Çeşitlerinde Stoma Dağılımı Üzerine Araştırmalar. ÇOMÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 3 (1): 35-39.
- Işık H, Yayla F, Delice A. 1999. Değişik Terbiye Şekilleri Verilmiş Italia ve Semillon Üzüm Çeşitlerinin Ekofizyolojik Tepkileri Üzerine Araştırmalar. Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Araştırma Sonuç Raporu.
- Kara S, Özeker E. 1999. Farklı Anaçlar Üzerinde Aşılı Yuvarlak Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Yaprak Özellikleri ve Stoma Dağılımı Üzerinde Araştırmalar. Anadolu J. of AARI, 9 (1): 76-85.
- Loveys BR, Kriedemann PE. 1973. Rapid Changes in Abscisic Acid-Like Inhibitors Following Alterations in Vine Low Water Potential. Physiol. Plant., 28: 476-479.
- Marasalı B, Aktekin A. 2003. Sulanan ve Sulanmayan Bağ Koşullarında Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinde Stoma Sayısının Karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi, 9 (3): 370-372.
- Mısırlı A, Aksoy U. 1994. A Study on the Leaf and Stomatal Properties of Sarılop Fig Variety. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31: 57-63.
- Özeker E, Kara S. 1999. Farklı Anaçlar Üzerinde Aşılı Yuvarlak Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinin Yaprak Özellikleri ve Stoma Dağılımı Üzerinde Araştırmalar. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 9(1) 76-85.
- Rana HS, Chadha TR. 1990. Relationship Between Stomatal Density and Vigour in Clones of Some Prunus Species. XXIII. International Hort. Cong. Firenze (Italy) Abstract of Contributed Papers. No. 1232.
- Rogiers SY, Hardie WJ, Smith JP. 2011. Stomatal Density of Grapevine Leaves (*Vitis vinifera* L.) Responds to Soil Temperature and Atmospheric Carbon Dioxide. Australian Journal of Grape and Wine Research, 17: 147-152.
- Ruehl E, Imgraben H. 1985. Influence of Nitrogen Supply on the Number of Stomata and the Structure of Leaves of Grapevines (*Vitis vinifera* L.). Wein-Wissenschaft, Wiesbaden, 40: 160-171.
- Sarwar AKM, Golam Abdul Karim A, Masud Rana SMA, 2013. Influence of Stomatal Characteristics on Yield and Yield Attributes of Rice. Journal of Bangladesh Agricultural University, 11(1): 47-52.
- Scienza A, Boselli M. 1981. Frequence et Caracteristiques Biometrique des Stimates de Certains Porte-Graffes De Vigne. Vitis, 20(4): 281-292.
- Sekera D. 1983. The effect of Fungicides and Fungicide Combinations on Grape Leaf Stomata Size and Aperture. Vinohrad (Bratislava), 21: 29-31.
- Tetik Ç, Dardeniz A. 2016. Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Farklı Boğumlardaki Yaprakların Farklı Dönemlerdeki Stoma Yoğunluk ve Büyüklüklerinin Belirlenmesi. ÇOMÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 4 (2): 125-138.
- Tompa B, Kozma P, Polyak D. 1976. Effect of Nutrient Treatment as to Formation of Stomata on

- Vine Leaves. Kertesz. Egyet. Koezlemen. (Budapest), 39: 395-407.
- Uyak C, Keskin N, Doğan A, Şensoy Gazioğlu Rİ, Başdınç A. 2016. Van Ekolojisinde Yetişen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Stoma Yoğunlukları ve Klorofil Miktarlarının Belirlenmesi. Bahçe, 45 (özel sayı): 738-742.
- Yentür S. 1984. Bitki Anatomisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Yayınları No:191, İstanbul.
- Yıldırım E, Dardeniz A. 2017. Farklı Anaçların 'Red Globe' Üzüm Çeşidinde Tüplü (Kaplı) Fidanların Stoma Özellikleri Üzerine Etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi , 5: 125-130.
- Yousufzai MNK, Siddiqui KA, Soomro AQ. 2009. Flag Leaf Stomatal Frequency and Its Interrelationship with Yield and Yield Components in Wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Botany, 41: 663-666.
- Zarinkamar F. 2001. Foliar Anatomy of the Caryophyllaceae Family in Arasbaran, NW Iran. Iranian J. Bot.: 93-102.
- Zarinkamar F. 2006. Density, Size and Distribution of Stomata in Different Monocotyledons. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9: 1650-1659.



## Effect of Some Quince Rootstocks on Inflorescence Properties, Flowering and Fruit Set in Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.)

Sibel AKKUŞ<sup>1</sup>, Atila Aytekin POLAT<sup>2</sup>

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 31034, Antakya/HATAY

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-4783-6940>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5701-4767>

✉: aapolat@mku.edu.tr

### ABSTRACT

The present investigation was conducted to determine the effect of different quince clone rootstocks on phenological characteristics, flowering and fruit set ratios of Hafif Çukurgöbek (HCG) loquat variety. 'HCG' variety budded on Quince-A, Quince-C and BA-29 rootstocks were planted at 1.0 m × 0.5 m inter and intra-row spacing, respectively, was used for the study. The experiment was arranged as a completely randomized design with 5 replications and 6 plants were used in each replicate. The effects of the quince rootstocks on phenological observations such as the flowering periods and the inflorescence characteristics were recorded. The HCG cultivar which are grafted on all three rootstocks completed the flowering between 11 December and 31 January. The first flowering and fruit set were recorded at the earliest in BA-29, and the latest in Quince-C. Fruit ripening was occurred at the earliest in BA-29 rootstock (May 11), followed by Quince-C (May 18) and Quince-A (May 19). The effect of rootstocks on the number of flower buds and flowers in the cluster, and the number of final fruit set were found significant. In terms of all three features, higher values were obtained in Quince-C rootstock. Quince-A rootstock yielded the lowest value in the ratio of fruit harvested in both years, Quince-C and BA-29 gave close values to each other. As a result, BA-29 and Quince C rootstocks performed better than Quince-A rootstock.

### Research Article

### Article History

Received : 07.04.2021

Accepted : 11.06.2021

### Keywords

Vegetative growth

Phenological properties

## Bazı Ayva Anaçlarının Yenidünyada (*Eriobotrya Japonica* Lindl.) Salkım Özellikleri, Çiçeklenme ve Meyve Tutumu Üzerine Etkileri

### ÖZET

Bu araştırma, farklı ayva klon anaçlarının Hafif Çukurgöbek (HCG) yenidoğya çeşidinin fenolojik özellikleri, çiçeklenme ve meyve tutum oranları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Denemede; Quince-A, Quince-C ve BA-29 ayva anaçları üzerine aşılı, 1.0 m x 0.5 m sıra arası ve sıra üzeri aralıklarla dikilmiş HCG yenidoğya çeşidi kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü kurulmuş ve her tekerrürde altı bitki yer almıştır. Ayva anaçlarının, çiçeklenme dönemleri ve çiçek salkım özellikleri gibi fenolojik gözlemlere etkileri kaydedilmiştir. Her üç anaç üzerine aşılı HCG çiçeklenmesini 11 Aralık-31 Ocak arasında tamamlamıştır. İlk çiçeklenme ve meyve tutumu en erken BA-29'da, en geç Quince-C'de gerçekleşmiştir. Meyve olgunlaşması, en erken BA-29 anacında (11 Mayıs) olurken, bunu Quince-C (18 Mayıs) ve Quince-A (19 Mayıs) izlemiştir. Anaçların, salkımdaki çiçek tomurcuk sayısı, salkımda açan çiçek sayısı ve derimi yapılan meyve sayısı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Her üç özellik bakımından Quince-C anacında daha yüksek değerler elde edilmiştir. Her iki yılda da derimi yapılan meyve oranında en düşük değeri, Quince-A anacı vermiş olup, Quince-C ve BA-29 birbirlerine yakın değerler vermişlerdir. Sonuç olarak, BA-29 ve Quince-C anaçları, Quince-A anacından daha iyi performans göstermiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 07.04.2021

Kabul Tarihi : 11.06.2021

### Anahtar Kelimeler

Vegetatif büyüme

Fenolojik özellikler

**To Cite:** Akkuş S, Polat AA 2022. Effect of Some Quince Rootstocks on Inflorescence Properties, Flowering and Fruit Set in Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). KSU J. Agric Nat 25 (2): 253-257. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.910339>.

## INTRODUCTION

Loquat has specific climatic requirements for bud initiation and flowering compared with other subtropical fruit species. Loquat usually flowers in autumn and early winter and the fruits ripen in spring when most other subtropical fruits are just in flowering or setting fruits. Loquat trees that flowers in winter are harvested 152-189 days after full bloom (Lupescu et al., 1980).

Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) is propagated mainly by budding method, and when it is budded mostly loquat seedling is used as rootstock. Loquat trees on the seedling rootstocks are very tall (5-10 meter) and large crowned. There are several difficulties of established an orchard with such large trees. First of all, the number of trees that can be planted per unit area is limited and also, operations such as pruning, spraying and fruit picking are difficult and its cost is high (Polat, 1995; Crane and Caldeira, 2019). It is necessary to control the vegetative growth to reduce the cost of management. High density planting with small crowned trees makes easy to prune, spraying, thinning and especially for fruit picking. In addition, these trees produce quality fruits with high and marketable value.

Dwarfing rootstocks are used in different fruits, especially for apples and pears for many years (Faust, 1976; Hartmann and Kester, 1983). Use of dwarfing rootstock is considered of great importance in intensive loquat cultivation. Loquat trees on dwarf rootstock provide the opportunity to plant more trees per unit area that also produced higher yield in a unit area (Polat et al., 2003).

Some researchers suggest that loquat seedling, quince and pyracantha can be used as rootstocks for loquat (Ochse et al., 1961; Hızal et al., 1982); when quince is used as rootstock. They observed that the trees were fruiting early and ripening earlier, the fruits were larger and of higher quality (Demir, 1987; Polat and Kaşka, 1992a; Polat, 1995). Studies conducted by Polat and Kaşka (1992a, 1992b) and Polat (1996), showed that quince rootstock reduce loquat tree size by 20-25% compared to loquat seedling rootstock. Polat et al. (2004) reported 3 to 4 times higher yield from high density planting compared with using standard planting distances. They also stated that it would be appropriate to evaluate the effect of quince rootstocks, especially BA-29 rootstock, in high density planting trials.

In the literature, there are no study on effects of quince rootstocks on the flower phenology and fruit set in the loquat were examined detailed. The present

investigation was taken up to study, the effect of Quince-A, Quince-C and BA 29 quince clone rootstocks on phenological properties, flowering and fruit set for the first time. This forms the original aspect of the research and shows its importance.

## MATERYAL and METOD

### Material

This study was carried out in the loquat orchard in Hatay (36°12'E and 36°52'N, 80 elevation), located on the coast of the Mediterranean region of Turkey during 2018 and 2019. Two-year-old plants of 'HCG' variety budded on BA-29, Quince-A and Quince-C quince rootstocks were used for the study. These plants were planted at high density with planting spaces of 1.0 m x 0.5 m in January 2017. For each plant 60 g pure N (300 g ammonium sulphate) from February to July was given 4 times (75 g with each irrigation) with irrigation, and regular technical and cultural maintenance processes and shaped with the pruned to an open-center system.

### Method

Thirty plants were selected from each rootstock to study the flowering periods and the fruit set rate of the cultivar on different rootstocks. Then, a branch was selected randomly from the four sides of the canopy of these plants and they were tagged accordingly. All observation regarding flowering and fruit set were made from these branches.

### Observations on flowering periods

Observations about flowering were made at 3 days' intervals since the first bud swelling began to appear. In this context, the beginning of flowering, first flowering, full bloom, end of flowering and fruit set dates were recorded. These observations were made according to Durgac et al. (2006) and Polat (2018).

### Observations on inflorescences

Observations were made at an intervals of 3 days on average after the clusters of the branches were seen. Inflorescence characteristics such as peduncle numbers in cluster, number of flower buds in cluster, number of flowers in cluster, the number of fruits set in cluster, and the number of harvested fruits. These observations were made according to Polat (2007).

### Observations on flowering and fruit set ratios

Percent blossom ratios, initial fruit set (%), and final fruit set (%) were recorded under each of the rootstocks during the experimental period. These

observations were made the methods suggested by Westwood (1995) and Polat (2007 and 2015).

### Evaluation of the data

The experiment was laid out following a completely randomized designed (CRD). In the study, 30 plants were used each in rootstock and each 6 plants were considered as one replicate. The percent values were transformed ( $\sqrt{\arcsin}$ ) to increase normality. Variance analysis was performed with MSTAT-C statistical software and means were compared by Tukey test at the 0.01 or 0.05 level (Steel and Torrie, 1980).

## RESULTS

### Flowering Periods

The findings of 2018-2019 regarding the effects of quince rootstocks on the flowering properties of the

Table 1. The effects of quince rootstocks on the flowering properties of the HCG variety (2018-2019 average).

*Çizelge 1. Ayva anaçlarının HÇG çeşidinin çiçeklenme özellikleri üzerine etkileri (2018-2019 ortalaması).*

Rootstock Anaç	Beginning of blossoming <i>Çiçeklenme başlangıcı</i>	Date of first flowering <i>İlk çiçeklenme</i>	Full Bloom <i>Tam çiçeklenme</i>	End of blossoming <i>Çiçeklenme sonu</i>	Fruit Set <i>Meyve tutumu</i>	Date of fruit ripening <i>Meyve olgunlaşma tarihi</i>
Quince-A	23 Nov.	14 Dec	18 Jan	31 Jan	17 Feb	19 May
Quince-C	21 Nov.	15 Dec	10 Jan	23 Jan	17 Feb	18 May
BA-29	22 Nov.	11 Dec	11 Jan	25 Jan	13 Feb	11 May

Table 2. The effects of quince rootstocks on the flowering and inflorescences properties of the HCG variety (2018-2019 average).

*Çizelge 2. Ayva anaçlarının HÇG çeşidinin çiçeklenme ve salkım özellikleri üzerine etkileri (2018-2019 ortalaması).*

Rootstock Anaç	No. of peduncle per cluster <i>Salkımdaki sopak sayısı (adet)</i>	No. of flower buds per cluster <i>Salkımdaki çiçek tomurcuğu sayısı (adet)</i>	No. of flowers per cluster <i>Salkımda açan çiçek sayısı (adet)</i>	No. of Initial fruits <i>Salkımdaki ilk meyve tutumu (adet)</i>	No. of small fruits <i>Küçük meyve tutumu (adet)</i>	No. of Final fruits <i>Derimi yapılan meyve (adet)</i>
Quince-A	17.67±0.93	128.02±0.11c <sup>(s)</sup>	102.51±0.94c	17.60±1.24	9.89±0.53	2.71±0.28b
Quince-C	19.44±0.61	156.52±4.45a	143.82±2.34a	16.55±1.37	9.26±0.44	7.51±0.24a
BA-29	16.68±0.25	143.17±0.40b	132.63±0.85b	15.80±1.10	8.62±0.50	6.54±0.32a
HSD	NS <sup>(v)</sup>	*	**	NS.	NS.	*

(s) Different letters within columns are indicate significant difference by Tukey's test at P < 0.05 or P < 0.01.

<sup>v</sup>: Stunlardaki farklı harfler Tukey testine göre % 1 veya % 5 düzeyinde önemli farklılığı göstermektedir.

\*\* : Significant at P < 0.01; \* : Significant at P < 0.05; <sup>v</sup>NS: Not significance

\*\* : % 1' de önemli P < 0.01; \* : %5'te önemli P < 0.05; <sup>v</sup>NS: Önemli değil

While the Quince-A rootstock showed the higher values in terms of the initial fruit set and small fruit set, it gave the lowest value in terms of the number of final fruits set. However, these differences between rootstocks were found to be statistically significant only in terms of the number of flower buds in the cluster (P < 0.05), the number of flowers in the cluster (P < 0.01), and the number of final fruit set (P < 0.05). The differences between the rootstocks in terms of other characteristics were not significant.

HCG variety are presented in Table 1.

The HÇG variety which are grafted on all three rootstocks completed the flowering between 11 December and 31 January. The first flowering and fruit set were recorded on the plants with BA-29 rootstock (11 December and 13 February, respectively), and the latest in plants with Quince-C rootstock (15 December and 17 February, respectively). Fruit ripening was occurred the earliest on plants with BA-29 rootstock (May 11), followed by Quince-C (May 18) and Quince-A (May 19) (Table 1).

### Inflorescences Properties

According to the two-year average, the highest values in terms of the number of peduncle, flower buds, flowers and final fruits were obtained from the plants raised on Quince-C rootstock (Table 2).

### Flowering and Fruit set rates

The results of statistical analysis on the effects of quince rootstocks on the flowering and fruit set rates of the HCG variety are given in Figure 1 and 2.

The highest blossoming rate (92.65%) was recorded in plants grafted on BA-29 rootstock and the lowest rate (80.07%) was in the plants grafted to the Quince-A rootstock (Figure 1). In terms of the initial fruit set ratio in the cluster, the Quince-A rootstock showed

higher value than the other two rootstocks (Figure 2). These differences between rootstocks were found to be statistically significant at  $P < 0.05$  level. In term of

the small fruit set and fruit harvested, although there were differences between rootstocks, these differences were not statistically significant.

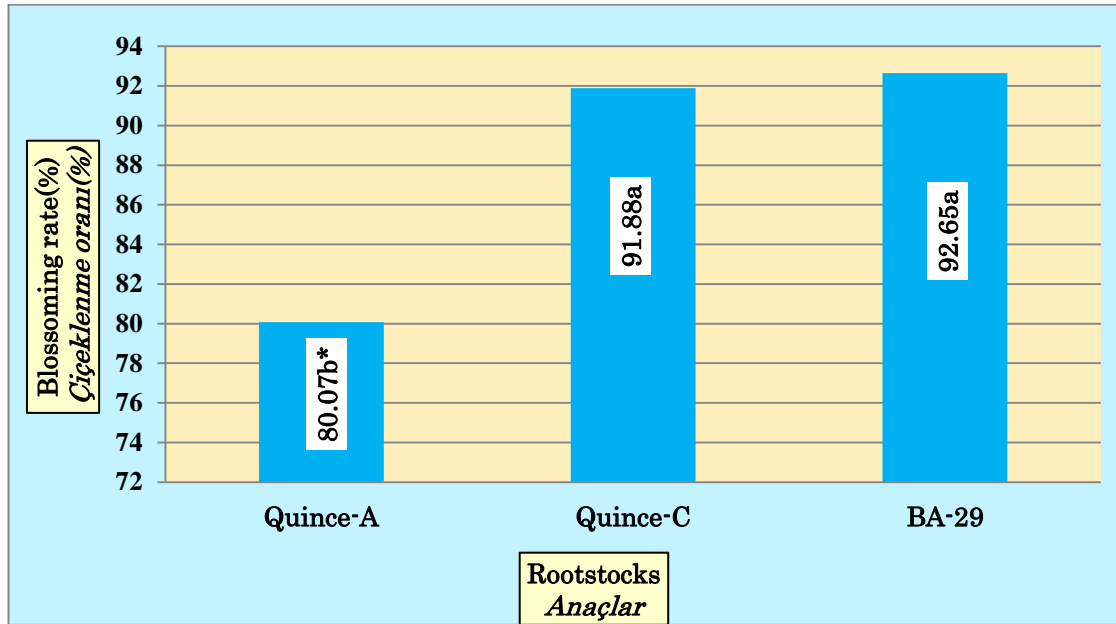


Figure 1. The effects of quince rootstocks on the flowering rates of the HCG variety.

\*: Different letters on the bars indicate significant differences by Tukey's test at  $P < 0.05$ .

Şekil 1. Ayva anaçlarının HCG çeşidinin çiçeklenme oranları üzerine etkileri

\*: Klonlardaki farklı harfler Tukey testine göre % 5 düzeyinde önemli farklılığı göstermektedir.

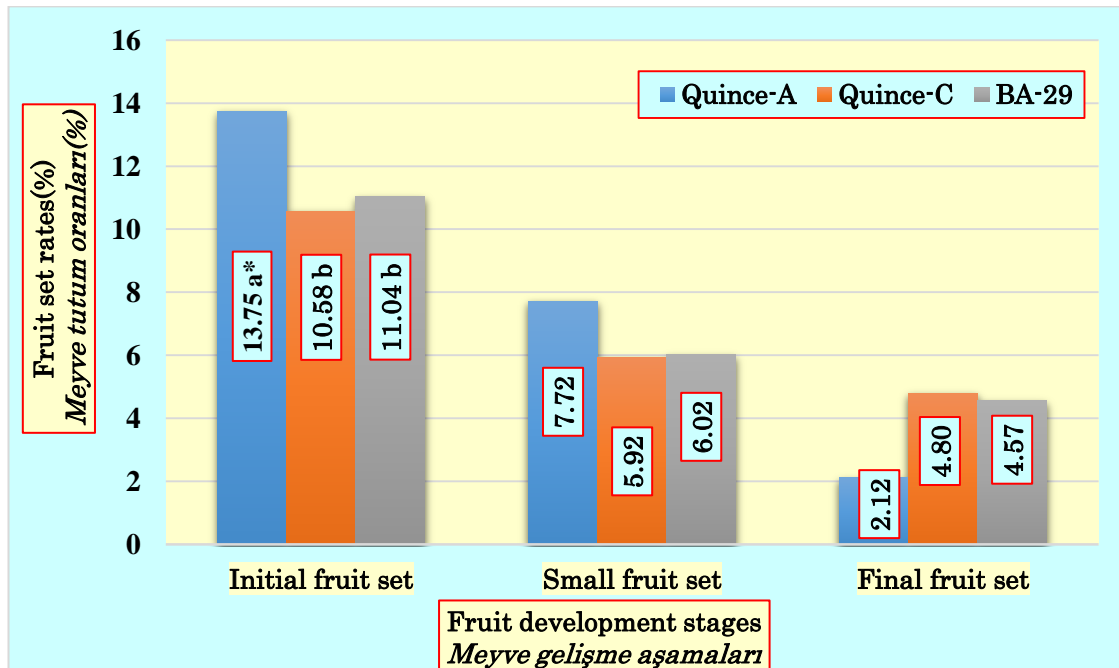


Figure 2. The effects of quince rootstocks on the fruit set rates of the HCG variety.

\*: Different letters on the bars indicate significant differences by Tukey's test at  $P < 0.05$ .

Şekil 2. Ayva anaçlarının HCG çeşidinin meyve tutumu üzerine etkileri

\*: Klonlardaki farklı harfler Tukey testine göre % 5 düzeyinde önemli farklılığı göstermektedir.

## CONCLUSION

Reducing of vegetative growth is very important in loquat cultivation because of its very high tree size. The most effective method for this is the use of

dwarfing rootstocks such as quince (*Cydonia oblonga*). In this study, the effect of Quince-A, Quince-C and BA 29 quince clone rootstocks on phenological properties, flowering and fruit set rates of the HCG variety was studied in detail for the first time. Results obtained



from this research revealed that dwarf quince rootstocks such as Quince-A, Quince-C and BA-29 can be used in intensive loquat cultivation. However, it is of great benefit to continue the further work to make a definitive judgment about the possibilities of using BA-29, Quince-A and Quince-C rootstocks as new dwarfing rootstocks. Therefore, researches need to be continued, especially to determine all the characteristics regarding yield and fruit quality.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Hatay Mustafa Kemal University, Scientific Research Foundation (18-YL-027).

### Contribution of the Authors as Summary

Authors declares the contribution of the authors is equal.

### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

### REFERENCES

- Ateyyeh AF, Qrunfleh MM 1998. Studies on the Loquat *Eriobotrya japonica* Lindl. cv. Tanaka. I. Vegetative and Reproductive Growth in the Jordan Valley. *Dirasat Agricultural Sciences* 25: 55-63.
- Crane JH, Caldeira ML 2019. Loquat Growing in the Florida Home Landscape, EDIS Web Site, Available online: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Demir S 1987. Yenidünya Yetiştiriciliği. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Antalya Narenciye Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel Yayın 12, 31 p.
- Demir S 1989. Yenidünyalarda (*Eriobotrya japonica* lindl.) Fizyolojik, Biyolojik ve Morfolojik Araştırmalar. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. 231 s, Adana, Türkiye.
- Durgaç C, Polat AA, Kamiloğlu Ö 2006. Determining Performances of Some Loquat (*Eriobotrya japonica*) Cultivars under Mediterranean Coastal Conditions in Hatay, Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34: 225-230.
- Erdogdu H 1987. Adana Ekolojik Koşullarında Yerli ve Yabancı Bazı Yenidünya Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özellikleri Üzerinde Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. 80 s, Adana, Türkiye.
- Faust, M 1956. Dwarf Fruit Trees. Selection and Care. U.S Department of Agriculture, Leaflet No: 407, 8 p.
- Hartmann HT, Kester E 1983. Plant Propagation. Printice-Hall International. Inc New Jersey. 722 s.
- Hızal AYÖ, Paköz M, Demir Ş 1982. Akdeniz Bölgemiz İçin Bazı Subtropik Meyvelerde Yetiştirme Sorunları. Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Sorunlar, Çözüm Yolları ve Yapılması Gereken Araştırmalar Simpozyumu, 9-13 Nisan.1979. Alanya, Türkiye, 376-403 s
- Lupescu F, Lupescu T, Khelil A, Tnislav G 1980. Performances Agrobiologiques de Quelques Variétés d' *Eriobotrya japonica* Lindl. Cultivees a la station horticole de L' Institut National Agronomique d'Alger. *Fruits* 35 (4): 251-261.
- Mann GS, Sagar P 1987. Activity and Abundance of Flower Visiting Insects of Loquat. *Indian Journal Horticulture* 44: 123-125.
- Ochse JJ, Soule JrMJ, Diskman, MJ, Wehlburg C 1961. Tropical and Subtropical Agriculture, Volume I. The Macmillan Company. New York. p. 721-723.
- Polat AA, Kaşka N 1992a. Quince-A'nın Yenidünyalarda Anaç Olarak Kullanılması Üzerinde Bir Araştırma. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 16:745-755.
- Polat AA, Kaşka N 1992b. Quince-C Anacına Yapılan Yenidünya Aşlarında Aşı Başarısının Saptanması. *Bahçe Dergisi*, 21 (1-2): 9-11.
- Polat AA 1995. Quince-A Anacının Yenidünyalarda Vegetatif Büyüme Üzerine Etkileri. *Derim*, 12 (2): 84-88.
- Polat AA 1996. Akdeniz Bölgemiz İçin Önemli Meyve Türü: Yenidünya (*Eriobotrya japonica* Lindl.) MKÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 1 (1): 39-46.
- Polat AA, Durgaç C, Kamiloğlu Ö, Çalışkan O 2003. Sık Dikim ve Örtüaltı Yetiştirme Tekniklerinin Yenidünyalarda Erkencilik Verim ve Kaliteye Etkilerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK Tarım, Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu, ARP-2336. 68 p.
- Polat AA. Durgaç C, Çalışkan O 2004. Effects of Different Planting Space on the Vegetative Growth, Yield and Fruit Quality of Loquat. *Acta Horticulturae*, 632:189-195.
- Polat AA 2007. Determination of Productivity and Fruit Set Ratios of Various Loquat (*Eriobotrya japonica*) Cultivars under Mediterranean Conditions. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science.*, 35: 101-105.
- Polat AA 2015. Effect of Canopy Orientation on Flowering Time and Fruit Set in Loquat. *Acta Horticulturae*, 1092: 205-210.
- Polat AA 2018. Effects of Some Quince Rootstocks on Phenological Properties and Fruit Set Rates in Hafif Çukurgöbek Loquat Cultivar. In: Proceedings of the IX International Agricultural Symposium "Agrosym 2018", pp: 488-492.
- Steel R, Torrie JH 1980. Principles and Procedures of Statistics. 2nd ed. New York, McGraw-Hill.
- Westwood MN 1995. Temperate-Zone Pomology: Physiology and Culture. United States, Timber Press, Inc. 523 p.

## Bulb Induction on Madonna Lily Stems and Three Years Growing Performance of the Bulblets

Dursun KURT<sup>1</sup>, Omer CALISKAN<sup>2</sup>, Cuneyt CIRAK<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Vocational High School of Bafra, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6697-3954>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2235-3184>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-6920-1199>

✉: [dursun.kurt@omu.edu.tr](mailto:dursun.kurt@omu.edu.tr)

### ABSTRACT

Currently, Madonna lily (*Lilium candidum* L.) is considered as one of the most important ornamental and perfumery plants. Madonna lily is currently propagated via seed or bulb scales. However, seed derived plants reaches sexual maturity at the end of five years and flower production is interrupted in vegetative propagation via bulb scales because fertile bulbs are needed as source of scale. To overcome the two obstacles, stems of mature plants were used as material for bulb production in the current study. For this purpose, the stems, obtained from plants at the end of flowering were stored in cardboard boxes under the conditions of darkness, normal temperature and pressure (20°C and 1 atm) during four months. At the end of this period, it was observed that 14 bulbs per stem formed on the stored stems. The stem derived bulbs were cultivated in pots and were observed to determine their development performances and some morphological characters until reaching flowering during three years. An increase of 226% in bulb weight, 51.2% in bulb diameter and 58.9% in bulb circumference were observed at the end of the three years. In this study, a new and effective method for Madonna lily propagation was described for the first time.

### Research Article

#### Article History

Received : 17.04.2021

Accepted : 27.05.2021

#### Keywords

Geophytes

Bulblets on stem

*Lilium candidum* L.

Propagation via bulb

A new production method

## Akzambak Bitki Gövdesinde Soğan Üretimi ve Yavru Soğanların Üç Yıllık Gelişim Performansı

### ÖZET

Günümüzde Akzambak (*Lilium candidum* L.) en önemli süs ve parfümeri bitkilerinden biri olarak kabul edilmektedir. Akzambak halihazırda tohum veya soğan pulları ile çoğaltılmaktadır. Ancak tohumdan elde edilen bitkiler ancak beş yılın sonunda eşey olgunluğuna ulaşır ve vejetatif çoğaltmada çiçek üretimi, pul kaynağı olarak verimli soğanlara ihtiyaç duyulduğundan kesintiye uğrar. Bu iki engeli aşmak için bu çalışmada soğan üretim materyali olarak olgun bitkilerin sapları kullanılmıştır. Bu amaçla çiçeklenme sonunda bitkilerden elde edilen saplar dört ay boyunca karanlık, normal sıcaklık ve basınç koşullarında (20°C ve 1 atm) karton kutularda saklanmışlardır. Bu sürenin sonunda depolanan gövdelerde gövde başına 14 adet soğan oluştuğu görülmüştür. Saptan türetilen soğanlar saksılarda yetiştirilmiş ve üç yıl boyunca çiçeklenmeye ulaşmaya kadar gelişme performanslarını ve bazı morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla gözlemlenmiştir. Üç yılın sonunda soğan ağırlığında %226, soğan çapında %51.2 ve soğan çevre uzunluğunda %58.9 artış gözlenmiştir. Bu çalışmada Akzambak üretimi için yeni ve etkili bir yöntemi ilk kez tanımlanmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 17.04.2021

Kabul Tarihi : 27.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

Geofitler

Gövdede yavru soğan

*Lilium candidum* L.

Soğanla üretim

Yeni üretim yöntemi

**To Cite:** Kurt D, Çalışkan Ö, Çırak C 2022. Bulb Induction on Madonna Lily Stems and Three Years Growing Performance of the Bulblets. KSU J. Agric Nat 25 (2): 258-266. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.918548>.

### INTRODUCTION

The plants of *Lilium* (Liliaceae) are one of the oldest plants humans have used for centuries with different

purposes. Historical records have indicated that these plants were cultivated thousands of years ago in Mediterranean basin (Fornaris et al., 2011). Ancient

Egyptians used lilies as wreath in funeral ceremonies and Romans used them as ornament to decorate their palace gardens (Mammadov et al., 2017). Furthermore, lily gardens were also mentioned in Sumerian tablets, prepared about 5000 years ago (Ozen et al., 2012; Dhiman et al., 2018). Today, lilies are cultivated as ornamental plants throughout the world, as well as used as important perfumery plants. *Lilium* species also have significant pharmacologic activities as antitumor (Yuan et al., 2019), anti-inflammatory (Ma et al., 2017), antioxidant, antibacterial (Hui et al., 2019), hypoglycemic (Xiao et al., 2014), anti-fatigue and anti-hypoxia (He et al., 2009) activities that were attributed to the bioactive constituents of bulbs namely, saponins, sterols, alkaloids, polysaccharides, glycerol glycerides, phenylpropanoids and flavonoids (Wang et al., 2019).

*Lilium* genus consists of 120 species growing mainly wild in temperate zone of Northern Hemisphere and is represented in Turkey by the presence of seven species, one of which is *Lilium candidum* L. (Demir and Celikel, 2017). This perennial bulbous plant grows in sparse populations on rocky slopes and maquis shrubland of Mediterranean basin. Its distribution areas include Balkan countries, Greek islands, Lebanon, Palestine, Israel, Syria and the coastal regions of southwestern and western parts of Anatolia. In Turkey, *L. candidum* spreads naturally in territory of coastal cities of Mediterranean and Aegean geographic regions, namely Aydın, İzmir, Mersin, Muğla, Antalya, Balıkesir, Çanakkale, İstanbul. It prefers especially maquis shrublands and rocky shades which receive sufficient sunlight but are not exposed to sun directly as habitat (Kahraman, 2014, 2015; Ocak et al., 2014).

Thanks to its large and shining white flowers, *L. candidum* has been accepted as the symbol for innocence in worldwide and is named as Madonna lily (Fornaris et al., 2011). In Turkey, this plant is known under the local names “akzambak, beyaz zambak, mis zambak, desti zambağı ve bey zambak” (Ocak et al., 2014). Madonna lily has been used traditionally in folk medicine for the treatment of inflamed and purulent wounds, ulcers, skin inflammations, burns and various injuries since ancient times (Pieroni, 2000; Zaccai et al., 2020). Like the other lilies, it includes many of chemical compounds with a wide range of bioactivities. However, it has been recognized in worldwide as an ornamental and cut flower in recent years. Today, the most popular using way of Madonna lily is production of ornamental plants. It is also an economically important perfumery plant with its pleasant odor (Royandazagh and Pehlivan, 2016; Patocka and Navratilova, 2019).

Today, *L. candidum* is one of the species that are in danger of extinction. Harvesting its bulbs is forbidden and heavy fines are levied from ones collecting the

wild bulbs. In addition, this prominent flower is listed in the species under protection according to CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). Export for *L. candidum* bulbs is only permitted in cultivation areas. For that reason, it is necessary to describe cultivation practices for this species with the aim of protecting the flora and increasing its trade value.

Madonna lily is currently propagated via seed and bulb scales generatively or vegetatively (Alam et al., 2013; Kahraman et al., 2017). Seeds are dormant in the winter season and produce one small bulblet by germinating in spring. The number of bulb scale and bulb diameter increase significantly in consecutive years and the bulb has reached the capacity of flowering approximately at the end of five years (Akcal and Kahraman, 2016). Thus, propagation via seeds takes a longer time than propagation via bulb scales (Balge et al., 2020). In vegetative production, the bulb scales that are obtained only from large bulbs are used as material and flower production is interrupted as a result. The large bulbs, consisting of many scales with various dimensions are divided into their scales and each scale produces a new plant. Bulblet of the scale-derived plantlet develops enough to blossom after three years (Altan and Burun, 2017; Royandazagh et al., 2015). Several efforts have also been undertaken for in vitro production of *L. candidum* (Khawar et al., 2005; Bakhshaie, 2016; Mazor et al., 2021).

Alternatively, stems were used as propagation material instead of seeds and bulb scales in the present study. To the author's knowledge, there is no report on bulb formation on stems and development performance of the stem derived bulbs in the current literature. Thus, we stored the stems, obtained from plants at the end of flowering in cardboard boxes and observed bulb formation on these stems during storage period. Then, we cultivated the stem-derived bulbs in pots during three consecutive years and determined their performance as propagation material. In this way, it is the first time we have described here a new and effective method for Madonna lily propagation.

## MATERIALS and METHODS

In the present study, it was aimed to induce bulbs on stems and to describe development performance of the stem-derived bulbs until they reached flowering. The study was conducted out in two phases; firstly, bulb formation on stems and secondly determination of growth and development performances of the stem derived bulbs during cultivating in pots. The stems that were used as material were kindly provided by lily producers from the Bafra district of Samsun province, Turkey.

The climate of the Bafra district, characterized by hot



and dry summers, cool and rainy winters, reflected typically general climate characters of Black sea region and is semi-humid. Most precipitation falls in the autumn and winter months. The spring and summer months are relatively less rainy. The snow cover stays in the region for a short time or for some years it does not snow at all. The first frost occurs in November and the last frost in April. The average temperature is 12.5 °C as mean of long years, the highest average temperature was recorded in July and August (22.1-22.5 °C) and the lowest average temperature was recorded in January and February (2.1-3.4 °C). On average, relative humidity rate is 65.4% and total amount of annual precipitation is 520.2 mm (Yildirim, 2020).

In the first stage, stems of plants at the end of flowering were harvested on June 06, 2017. Total of 100 stems were stored in cardboard boxes under the conditions of darkness, normal temperature and pressure (20 °C and 1 atm) for four months. Then, the bulbs formed on stems at the end of storage were counted and separated.

In the second stage, the stem derived bulbs were transferred into the pots, 15 cm in diameter and 3 liters in volume on October 02, 2017 to observe the growth and development performances of individuals until reaching flowering during three years. The pots were filled with a mixture of 80% soil + 15% commercial peat + 5% burnt barn manure. The study was conducted out in the open under semi-shaded

conditions during three consecutive years. As experimental data, bulblet number per stem, root length (cm), root weight (g), bulb weight (g), bulb diameter (cm), bulb circumference (cm), scale number per bulb, and total fresh weight were recorded at the end of each vegetation period. Fresh weight of basic leaf (g) and basic leaf number per plant in the first two years and plant height (cm), leaf number per plant, stem weight (g) and stem diameter (cm) in the last year were also recorded.

## RESULTS and DISCUSSION

### Bulblet production phase (June 01, 2017 – October 01, 2017)

The stems, picked from mature plants at the end of flowering were stored as mentioned previously and bulblet formation was observed on these stems after four months of storage (October 01). The stems in cardboard boxes before storage are shown in Figure 1a and the bulblets formed on these stems are shown in Table 1b. The stem-derived bulblets were separated from stem tissue by bistoury and photographed after sorted from big to small for exhibition (Figure 1c-d).

According to the results, the tested stems produced a number of large and small bulblets. As shown in Figure 1, bulblet formation occurred on stems from bottom to top and lower bulblets were larger, but upper ones were smaller. It is also noteworthy to note

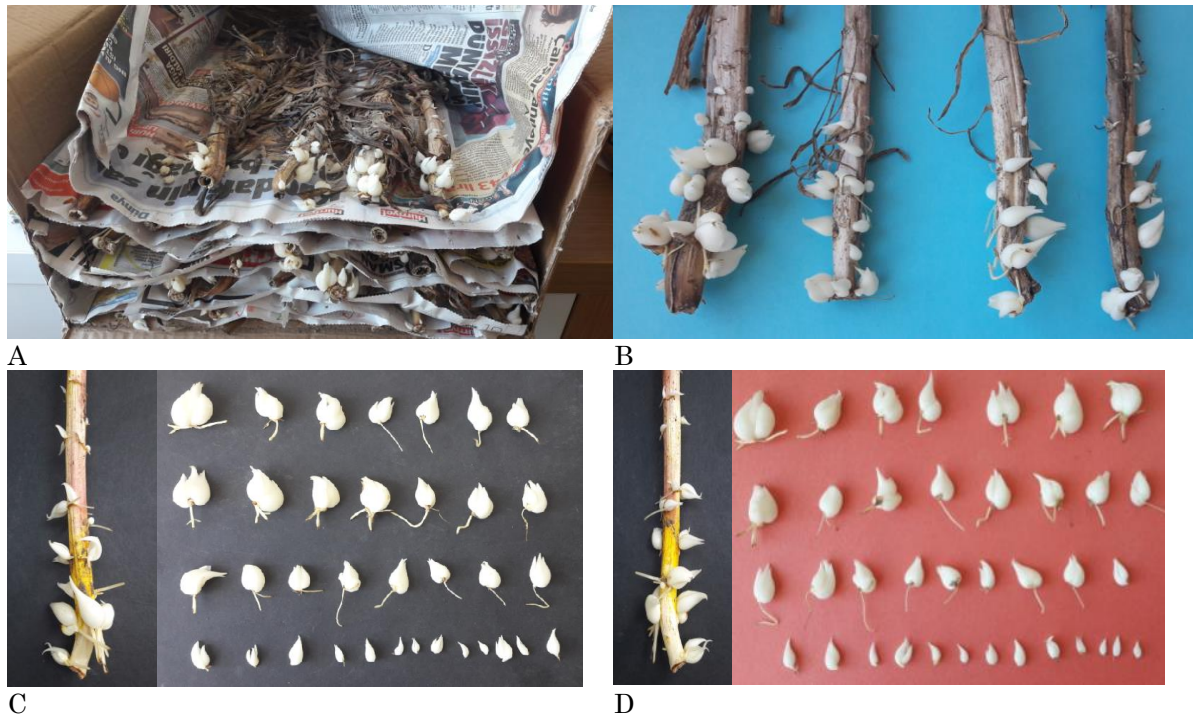




Figure 1. The stored stems in cardboard boxes (A), bulblets before (B) and after (C-D) separated from stems.

Şekil 1. A; Bitki saplarının muhafaza edildiği ambalajlı durumları, B; Yavru soğancıkların gövdeden ayrılmadan önceki durumları, C-D; Yavru soğancıkların sap üzerinde ve koparıldıktan sonraki durumları



Table 1. Data for the plants with one or two basal leaves in first growing season.

Çizelge 1. Birinci vejetasyon yılını bir veya iki bazal yaprakla tamamlayan bitkilere ait veriler

	Mean	SE	SD	Min.	Max.	CI (95%)
 Basal leaf fresh weight (g)	0.24	0.01	0.02	0.21	0.27	0.229 ≤...≤ 0.257
Basal leaf length (cm)	7.30	0.26	0.82	5.79	8.33	6.708 ≤...≤ 7.884
Basal leaf width (cm)	2.36	0.06	0.21	2.06	2.74	2.211 ≤...≤ 2.505
Root length (cm)	2.65	0.07	0.21	2.35	2.97	2.502 ≤...≤ 2.801
Root weight (g)	0.12	0.00	0.01	0.10	0.14	0.114 ≤...≤ 0.130
Bulb weight (g)	1.29	0.05	0.15	1.01	1.47	1.178 ≤...≤ 1.395
Bulb diameter (cm)	1.66	0.04	0.14	1.40	1.87	1.558 ≤...≤ 1.761
Bulb circumference (cm)	3.10	0.10	0.31	2.73	3.63	2.872 ≤...≤ 3.322
Scale number per bulb	3.35	0.08	0.26	3.00	3.79	3.168 ≤...≤ 3.540
Total fresh biomass (g)	1.70	0.05	0.17	1.41	1.96	1.585 ≤...≤ 1.824
 Basal leaf fresh weight (g)	0.35	0.01	0.03	0.31	0.40	0.334 ≤...≤ 0.374
Basal leaf length (cm)	7.10	0.25	0.80	5.64	8.10	6.527 ≤...≤ 7.671
Basal leaf width (cm)	2.58	0.06	0.19	2.30	2.90	2.444 ≤...≤ 2.722
Root length (cm)	5.74	0.14	0.45	5.09	6.44	5.420 ≤...≤ 6.070
Root weight (g)	0.28	0.01	0.03	0.23	0.31	0.262 ≤...≤ 0.299
Bulb weight (g)	2.30	0.09	0.27	1.80	2.63	2.104 ≤...≤ 2.491
Bulb diameter (cm)	2.25	0.06	0.19	1.90	2.54	2.114 ≤...≤ 2.390
Bulb circumference (cm)	4.30	0.14	0.44	3.79	5.03	3.984 ≤...≤ 4.608
Scale number per bulb	4.17	0.13	0.42	3.49	4.78	3.867 ≤...≤ 4.470
Total fresh biomass (g)	3.02	0.09	0.30	2.51	3.47	2.809 ≤...≤ 3.234

\*SE: Standart error, SD: Standart deviation, CI: Confidence interval

that the bulblets started to root before separated the stems. This is especially true for the robust bulblets from bottom part of stems (Figure 1). Bulblet number per stem varied with 7-12 and the tested stems produced 14 bulbs on average. Eken and Sirin (2018) searched the most suitable growing media for different *Lilium* spp. and reported 8.3-17.5 bulblets per stem depending on species. Main bulb bigness, stem thickness and suitability of growing medium are thought to affect bulblet formation. It is obvious that large main bulbs have thick stems and, as shown in Figure 1, have produced higher number of bulblets with a larger diameter. Likewise, Herlina and Winarto (2019) tried lily bulbs with different bigness and reported that main bulb bigness affected yield, yield parameters and various plant characters directly. Similar results were also reported by Arslan *et al.* (2019).

#### Phase for transformation the bulblets to reproductive individuals (3 years, 2017-2019)

#### Growth performance for the first year (October 01, 2017 – May 25, 2018)

In the second phase of the study, the stem derived bulbs were cultivated in pots and observed until flowering during three years. As shown in Figure 1, these bulbs varied with their largeness. Accordingly, the plants they produced also varied with their dimensions. It was observed that 33, 27, 18 and 7% of the tested bulbs produced 1, 2, 3 and 4 basal leaf, respectively at the end of first year of cultivation in pots. Some pictures of the first-year plants and data for the morphologic observation and measurements tested are shown in Table 1 and 2. First year planted bulbs thrived in accordance with their largeness and larger bulbs produced higher number of scales. The stem derived bulbs with single scale produced bulbs with 3-8 scales in first year. These bulbs varied in terms of diameter (1.40-3.87 cm), weight (1.01-9.15 g) and circumference (2.73-8.89 cm). Besides, these bulbs produced the plants, 1.41-12.69 g in fresh biomass and these plants provided the leaves, the

smallest and biggest of which were 2.06 x 5.79 cm and 2.78 x 10.02 cm, respectively in dimensions (Tables 1-2). The first vegetation period was ended with leaf drying in June 10 and the harvested bulbs were stored for the second-year cultivation.



### Growth performance of the bulbs in the second year (September 05, 2018 – May 30, 2019)

The bulbs, stored during the summer season, were re-transferred into pots on September 05 and cultivated until the end of vegetation period. As shown in Table 3, some morphologic measurements, each one represented 10 individuals, were taken at the end of

the second cultivation year. The size of the pot-grown plants varied with bulb largeness and the photograph of mean-size individual representing plant growth and development in the second year is shown in Table 3. It was observed that basal leaf number per plant was 6.52, bulb diameter was 3.77 cm, scale number per bulb was 11.97, and total fresh biomass 53.80 g as mean values at the end of the second cultivation season. Total fresh biomass and scale number per bulb doubled when compared to the first-year data. But no individual blossomed at the end of the second year and for that reason, plant height could not be measured.

Table 2. Data for the plants with three or four basal leaves in first growing season.

Çizelge 2. Birinci vejetasyon yılını üç veya dört bazal yaprakla tamamlayan bitkilere ait veriler

	Mean	SE	SD	Min.	Max.	CI (95%)
 Basal leaf fresh weight (g)	0.91	0.02	0.07	0.80	1.02	0.855 ≤...≤ 0.957
Basal leaf length (cm)	7.79	0.28	0.88	6.19	8.89	7.162 ≤...≤ 8.416
Basal leaf width (cm)	2.58	0.06	0.19	2.30	2.90	2.444 ≤...≤ 2.722
Root length (cm)	7.48	0.20	0.62	6.61	8.61	7.034 ≤...≤ 7.922
Root weight (g)	1.73	0.05	0.16	1.42	1.93	1.620 ≤...≤ 1.848
Bulb weight (g)	5.87	0.22	0.69	4.61	6.73	5.376 ≤...≤ 6.366
Bulb diameter (cm)	2.61	0.07	0.22	2.20	2.94	2.448 ≤...≤ 2.767
Bulb circumference (cm)	7.79	0.25	0.79	6.87	9.12	7.226 ≤...≤ 8.358
Scale number per bulb	5.59	0.14	0.43	5.00	6.31	5.280 ≤...≤ 5.901
Total fresh biomass (g)	9.19	0.29	0.90	7.63	10.56	8.545 ≤...≤ 9.837
 Basal leaf fresh weight (g)	1.12	0.03	0.09	0.99	1.25	1.053 ≤...≤ 1.179
Basal leaf length (cm)	8.78	0.31	0.99	6.97	10.02	8.068 ≤...≤ 9.482
Basal leaf width (cm)	2.47	0.06	0.19	2.20	2.78	2.338 ≤...≤ 2.604
Root length (cm)	12.48	0.31	0.99	11.06	14.00	11.778 ≤...≤ 13.190
Root weight (g)	3.41	0.10	0.31	2.79	3.80	3.184 ≤...≤ 3.631
Bulb weight (g)	7.98	0.30	0.94	6.26	9.15	7.309 ≤...≤ 8.655
Bulb diameter (cm)	3.44	0.09	0.29	2.90	3.87	3.227 ≤...≤ 3.648
Bulb circumference (cm)	7.59	0.24	0.77	6.69	8.89	7.041 ≤...≤ 8.144
Scale number per bulb	7.83	0.19	0.61	7.00	8.84	7.392 ≤...≤ 8.261
Total fresh biomass (g)	11.04	0.34	1.09	9.17	12.69	10.266 ≤...≤ 11.818

\*SE: Standart error, SD: Standart deviation, CI: Confidence interval

### Growth performance of the bulbs in the third year (September 01, 2019 – May 30, 2020)

Bulbs of the second year were stored between June 05 - September 01 and planted in pots on September 02, 2019. They were cultivated during the third growing season and some measurements were taken as shown in Table 4. It was observed that mean values for root

and bulb weights were 29.8 and 47.6 g, respectively indicating plant growth exceeded double when compared to that of the second year. Together with the leaves formed on stem, mean value of leaf number per plant was 63. Scale number per bulb was also more than twice the previous year. But the most important phenomenon was that plants could reach

maturity and blossom. The bulb, root and flower of a third-year plant are shown in Table 4.

In the experimental region, pollination and insemination are insufficient due to the misty and humid climates. Thus, seed formation is weak and wild lily populations are also under pressure because of bulb harvesting for commercial purposes (Arslan et al., 2019). This phenomenon has forced to development of different economic and ecological production techniques. Generally, previous studies in this context provided similar results. Ozen *et al.* (2012) reported that wild *L. candidum* plants produced 2-12 basal leaves per plant dimensions of

which varied with 1.5-5 x 14-35 cm but these leaves became lost completely at flowering. As mean values, the width and height of *L. candidum* basal leaf were 3.4 and 19.7 cm, respectively. Our data in the present study did not confirm those of the former authors as we observed 1-4 basal leaves per plant, dimensions of which varied with 2.58 x 7.10-8.78 cm in the first year of cultivation and 5.79-7.33 basal leaves per plant in the second year. The difference between present and previous results could be attributed to growing media of plants because we cultivated experimental *L. candidum* plants in pots, but Ozen *et al.* (2012) used wild-growing plant material.

Table 3. Data for *L. candidum* plants from second year of pot cultivation

Çizelge 3. İkinci vejetasyon yılı sonu itibariyle *Lilium candidum* *L. bitkilerine ait veriler*

	Mean	SE	SD	Min.	Max.	CI (95%)
Basal leaf fresh weight (g)	3.09	0.08	0.24	2.74	3.47	2.918 ≤...≤ 3.268
Basal leaf number per plant	6.52	0.15	0.49	5.79	7.33	6.175 ≤...≤ 6.873
Root length (cm)	30.30	0.85	2.69	25.77	34.33	28.377 ≤...≤ 32.222
Root weight (g)	6.95	0.16	0.49	6.04	7.64	6.598 ≤...≤ 7.305
Bulb weight (g)	14.65	0.37	1.16	12.98	16.42	13.821 ≤...≤ 15.478
Bulb diameter (cm)	3.77	0.08	0.27	3.28	4.15	3.579 ≤...≤ 3.963
Bulb circumference (cm)	10.70	0.24	0.76	9.30	11.77	10.158 ≤...≤ 11.247
Scale number per bulb	11.97	0.34	1.06	10.18	13.57	11.214 ≤...≤ 12.734
Total fresh biomass (g)	23.80	0.67	2.11	20.24	26.97	22.292 ≤...≤ 25.313

\*SE: Standart error, SD: Standart deviation, CI: Confidence interval

Table 4. Data for *L. candidum* plants from third year of pot cultivation

Çizelge 4. Üçüncü vejetasyon yılı sonu itibariyle *Lilium candidum* *L. bitkilerine ait veriler*

	Mean	SE	SD	Min.	Max.	CI (95%)
Plant height (cm)	84.0	4.3	13.6	67.0	102.7	74.3 ≤...≤ 93.7
Leaf number per stem	63.0	4.2	13.2	47.4	80.3	53.6 ≤...≤ 72.4
Stem weight (g)	98.8	5.8	18.2	76.6	123.3	85.8 ≤...≤ 111.8
Stem diameter (cm)	1.2	0.1	0.3	0.8	1.5	1.0 ≤...≤ 1.3
Root length (cm)	33.0	1.2	3.7	27.9	38.5	30.4 ≤...≤ 35.6
Root weight (g)	29.8	1.4	4.6	24.0	36.2	26.5 ≤...≤ 33.1
Bulb weight (g)	47.6	2.2	7.0	38.5	57.5	42.5 ≤...≤ 52.6
Bulb diameter (cm)	5.7	0.3	1.0	4.5	7.0	5.0 ≤...≤ 6.3
Bulb circumference (cm)	17.0	0.9	2.8	13.5	20.9	15.0 ≤...≤ 19.0
Scale number per bulb	28.5	1.3	4.0	23.3	34.2	25.6 ≤...≤ 31.4
Total fresh biomass (g)	176.2	9.4	29.8	139.1	216.9	154.8 ≤...≤ 197.5

\*SE: Standart error, SD: Standart deviation, CI: Confidence interval

The leaves that dried completely at flowering were smaller than basal leaves and have become smaller from bottom to top on stems (Ozen et al., 2012). In the current study, leaf number per plant could be

measured in the third year and was found to be 47.4-80.3. Besides, plant height and stem width could also be measured in third year. Mean values were found to be 67.0-102.2 cm for plant height and 0.8-1.5 cm for



stem width. In concomitant with our results, plant height was reported as 43-150 cm (Ozen et al., 2012) and 105.3- 120.4 cm (Ozel and Erden, 2010). Ucar and Kazaz (2015) detected plant height as 26.4-74.7 cm and stem width as 5.0-9.5 mm. Kahraman (2015) used *L. candidum* bulbs, 4 cm in diameter as propagation material and reported plant height and stem width as 38.07-39.50 cm and 7.03-7.33 cm, respectively. The same author also searched the effects of different solid culturing media on some plant characters of greenhouse-grown *L. candidum* and reported plant height as 47.63-64.64 cm and stem width as 0.64-0.75 cm (Kahraman, 2014). In another previous study, conducted between 2012-2014 in seven locations, plant height and stem width were measured as 104.3-148.6 cm and 10.37-13.92 mm, respectively (Arslan et al., 2019). Herlina and Winarto (2019) detected plant height as 30-220 cm and stem width as 3.5-13.0 mm depending on main bulb size. The same authors reported that main bulb size affected positively plant height; the observed morphologic variation among *L. candidum* plants were caused by bulb age as well as species; and increasing bulb dimensions resulted in increasing mean values of plant characters.

Root weight (g) and length (cm) of the plants produced by stem derived bulbs were measured to screen root growth and development in the present study. *L. candidum* has yellowish-white hairy roots getting longer than 45 cm (Ozen et al., 2012). The root

length was reported to vary with 12.19-22.51 and 15.73-33.78 cm depending on the sampled wild populations and different growing media (Arslan et al., 2019). Eken and Sirin (2018) measured root weight for lily species as 3.590 - 11.037 g. Our results are accordant with those of the previous authors.

*L. candidum* has yellowish-white bulbs, 1.2-7.6 x 0.8-2.0 cm in dimensions and the bulbs bear approximately 50 scales (Ozen et al., 2012). In the present study, scale number per bulb was 3.00-8.84 depending on basal leaf number per plant in the first year and this value was recorded as 10.18-13.57 and 23.3-34.2 in second and third years, respectively, as expected (Figure 2). As mentioned in previous reports, main bulb size has affected significantly plant growth and development. We observed that our experimental plants could blossom hardly in the third year and bulb weight exhibited a great variation between 1.01 and 57.5 g during experiment (Figure 2). In previous papers, higher values such as 107.80-186.27 g (Ozel and Erden 2010), 97.33-393.19 g (Arslan et al., 2019) and 70.92-79.29 g (Kahraman, 2015) for bulb weight were reported. In contrast, Erken and Sirin (2018) reported lower values for the parameters (2.08-4.50 g). Kahraman (2015) observed an increase of 136.4-164.5% in bulb weight between main bulb and the harvested bulb at the end of one-year growing period. Similarly, we detected an increase of 226% in bulb weight between the second and third year bulbs (Table 3, 4; Figure 2).

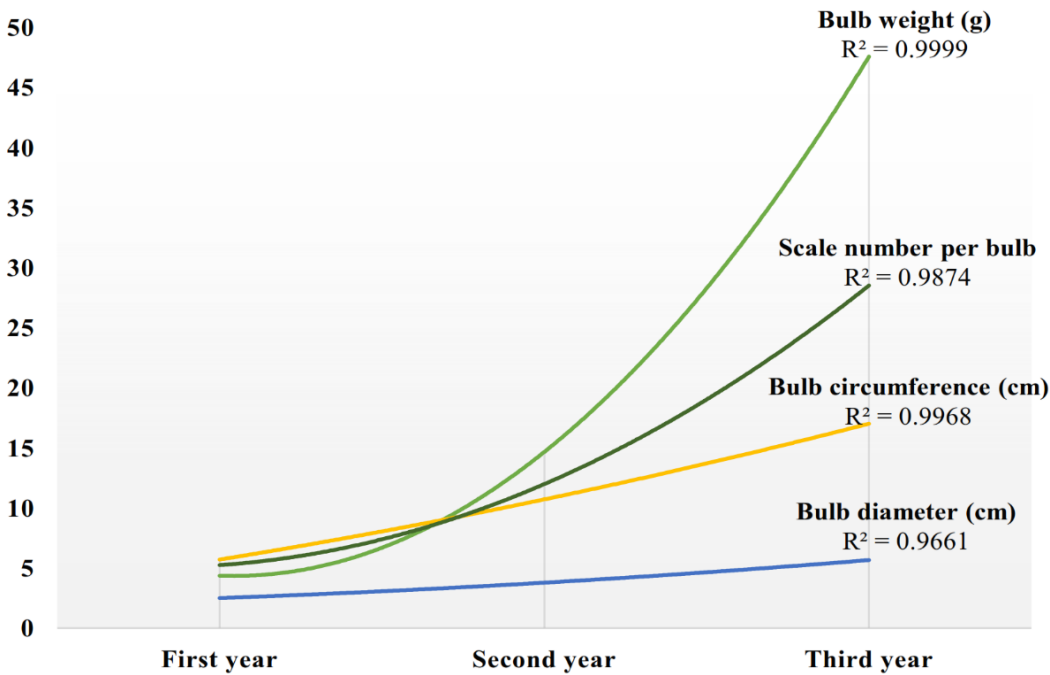


Figure 2. Variations in bulb characters of *L. candidum* during three years growth and development period.

Şekil 2. *Lilium candidum* L. bitkilerinin üç yıllık gelişme-büyüme döneminde soğan özelliklerinde meydana gelen değişime ait gösterim

Other parameters concerning bulb characters, evaluated in the current study are bulb diameter and



circumference. Our results for these parameters are greatly similar to the previous ones. As mean of three-year values, we determined bulb diameter as 1.4-7.0 cm (Figure 2) and this parameter was reported to be 0.8-2.0 cm (Ozen et al., 2012), 4.7-7.2 cm (Kahraman, 2014) and 5.92 cm (Kahraman, 2015). Similar to Kahraman (2015) who observed an increase of 48% in bulb diameter between main bulb and the harvested bulb, we also detected an increase of 51.2% in the same parameter (Figure 2). As for bulb circumference, this parameter exhibited the same change trend as bulb diameter and weight. Bulb circumference increased significantly at the rate of 58.9% when mean values of second and third years were compared and varied with 3.1 and 20.9 cm (Figure 2). Uysal and Kaya (2013) (5.6-6.4 cm), Ozel and Erden (2010) (23.6-28.3 cm) and Arslan et al., (2019) (16.7-35.6 cm) also reported similar results.

## CONCLUSION

A number of studies have been conducted out so far on Madonna lily (*L. candidum*) propagation. In the previous efforts, generative or vegetative propagation methods via seeds and bulb scales and several in vitro techniques were tested. But two main obstacles were indicated in these previous reports. First, flower production is interrupted because fertile bulbs are needed as source of scale in the vegetative propagation of lilies via bulb scales. Second, seed-derived plants can reach sexual maturity hardly at the end of five years in generative propagation via seeds. When sufficient bulblets induction on stems were provided as described in the present study, a sustainable flower production can be continued without needing bulbs by re-using the stems of harvested plants as propagation material. In this study, we report for the first time that lily stems could produce 14 bulbs per stem on average and can be used effectively as source of bulb to use as propagation material. Considering these findings as well as the stem-derived bulbs that could transform into reproductive plants within three years, it is obvious that our results have made a significant contribution to the current knowledge on the propagation of Madonna lily that is under protection in accordance with CITES.

## Researchers Contribution Rate Declaration Summary

Authors declares the contribution of the authors is equal.

## Conflicts of Interest Statement

Authors have declared no conflict of interest.

## REFERENCES

Akcal A, Kahraman O 2016. Different approaches on bulblet formation with scaling in madonna lily

*Lilium candidum*. In proceeding International Conference "Agriculture for Life, Life for Agriculture". University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest. Bucharest, Romania.

- Alam A, Igbal M, Vats S 2013. Cultivation of some overlooked bulbous ornamentals-a review on its commercial viability. Rep Opinion 5(3): 9-34.
- Altan F, Burun B 2017. The effect of some antibiotic and fungicide applications on the micropropagation of *Lilium candidum* L. Mugla J Sci Tech 3(1): 86-91.
- Arslan M, Karadeniz T, Arslan EA 2019. Determination of the relationship between onion properties and plant growth of lilies (*Lilium* L.) naturally distributed in Ordu region. IJAAES International Journal of Anatolia Agricultural Engineering 1(4): 23-32.
- Bakhshaie M, Khosravi S, Azadi PH, Bagheri JM, van Tuyl 2016. Biotechnological advances in *Lilium*. Plant Cell Rep 35: 1799-1826.
- Balge R, Gill S, Maclachlan W, Dutky E, Klick S 2020. Production of asiatic and oriental lilies as cut flowers. University of Maryland at College Park. Cooperative extension service: Fact sheet, 687, 1-12.
- Demir S, Celikel FG 2017. Endangered *Lilium* species of Turkey. Turkish J Agr Food Sci Techn 5(13): 1796-1801.
- Dhiman MR, Moudgil S, Parkash C, Kumar R, Kumar S 2018. Biodiversity in *Lilium*: a review. Int J Hortic 8(8): 83-97.
- Eken L, Sirin U 2018. Effects of different substrates on formation and development of bulblets in *Lilium* sp. Anadolu J Agr Sci 33(2): 85-91.
- Fornaris A, Chiavazza PM, Devecchi M 2011. The importance of *Lilium* in garden design: history and future. Acta Hort 900(1): 59-64.
- He CL, Yang XH, Huang H, Yang QZ 2009. Anti-weary pharmacological action of lily polysaccharide. J Hunan Normal Univ 6(3): 9-11.
- Herlina D, Winarto B 2019. Effect of re-using vernalization bulbs on growth and development of Lilies. The Journal of Agricultural Sciences-Sri Lanka 14(2): 92-101.
- Hui H, Li X, Jin H, Yang X, Xin A, Zhao R, Qin B 2019. Structural characterization, antioxidant and antibacterial activities of two heteropolysaccharides purified from the bulbs of *Lilium davidii* var. unicolor Cotton. Int J Biol Macromol 133: 306-315.
- Kahraman O 2014. The effects of different substrates on *Lilium candidum* cultivation under greenhouse condition. J Agr Faculty of Gaziosmanpasa 31(3): 68-72.
- Kahraman O 2015. The effects of planting densities on bulb performance of madonna lily. Anadolu J

- Agr Sci 30: 95-98.
- Kahraman O, Bozdoğan Sert E, Guler S. 2017. Medicinal and aromatic value of the Madonna Lily. In proceeding I. Int. Congress on Medicinal and Aromatic Plants- Natural and Healthy Life. Konya, Turkey.
- Khawar KM, Cocu S, Parmaksiz I, Sarihan EO, Ozcan S 2005. Mass proliferation of Madonna lily (*Lilium candidum* L) under in vitro conditions. Pak J Bot 37(2): 243-248.
- Ma T, Wang T, Zhang YM, Luo JG, Kong LY 2017. Bioassay-guided isolation of anti-inflammatory components from the bulbs of *Lilium brownii* var. *viridulum* and identifying the underlying mechanism through acting on the NF- $\kappa$ B/MAPKs pathway. Molecules 22(4): 506.
- Mammadov T, Deniz N, Rakhimzhanova A, Kilicarslan O, Mammadov R 2017. Studies on *Lilium* species. Int J Sec Metabolite 4(1): 47-60.
- Mazor I, Weingarten-Kenan E, Zaccai M 2021. The developmental stage of the shoot apical meristem affects the response of *Lilium candidum* bulbs to low temperature. Scientia Horticulturae 276: 109766.
- Ocak A, Yildirim H, Pirhan AF, Emecen AA 2014. Conservation action plan of Madonna lily (*Lilium candidum* L.). Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of Nature Conservation and National Parks Publications, Izmir. 48 p.
- Ozel A, Erden K 2010. Determination of capacity to produce marketable bulb and morphological characteristics of some exported geophytes. J ASgric Fac HRU 14(2), 90-99.
- Ozen F, Temeltas H, Aksoy O 2012. The anatomy and morphology of the medicinal plant *Lilium candidum* L. (Liliaceae) distributed in Marmara region of Turkey. Pak J Bot 44(4): 1185-1192.
- Patocka J, Navratilova Z 2019. Bioactivity of *Lilium candidum* L: a mini review. Biomed J Sci Tech Res 18(5): 13859-13862.
- Pieroni A 2000. Medicinal plants and food medicines in the folk traditions of the upper Lucca Province, Italy. J Ethnopharmacol 70(3): 235-273.
- Royandazagh SD, Pehlivan EC, Teykin EE, Ciftci HS 2015. Raw material supply to cosmetics industry with in vitro micropropagation in *Lilium candidum* L. Turkish J Agr Natural Sci Special Issue(2) 1911-1916.
- Royandazagh SD, Pehlivan EC 2016. In vitro Micropropagation of *Lilium candidum* L. and Alkaloids. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty 13(3): 100-110.
- Ucar Y, Kazaz S 2015. The effects of different irrigation schedulings on the cut flower performance of oriental lily 'Casa Blanca'. Agricultural Sciences (Crop Sciences, Animal Sciences) Research For Rural Development 1: 82-87.
- Uysal E, Kaya E 2013. Effects of different amounts of nitrogen applied on onion size in some natural flower bulbs (*Lilium candidum* L., *Galanthus elwesii*, *Leucojum aestivum*). In proceeding V. Congress of Ornamental Plants. Yalova, Turkey.
- Wang P, Li J, Attia FAK, Kanga W, Wei J, Liu Z, Li C. 2019. A critical review on chemical constituents and pharmacological effects of *Lilium*. Food Science and Human Wellness 8(4): 330-336.
- Xiao X, Wu X, He CL 2014. Hypoglycemic effect of lily polysaccharides in Type idiabetic rats. J Food Sci 35(1): 209-213.
- Yildirim D 2020. The effect of ridge-furrow micro catchment water harvesting in red pepper yield and quality features. PhD Thesis, Graduate School of Sciences Department of Agricultural Structures of Irrigation, Ondokuz Mayıs University.
- Yuan ZY, Luo LM, Chen NH, Liang S, Zhou XJ, Huang HY, Chen YY 2019. Rapid analysis of chemical constituents of Lily Bulbil by UPLC-Q-TOF-MS and the antitumor activity of diosgenin. Nat Prod Res Dev 31(5): 809-814.
- Zaccai M, Yarmolinsky L, Khalfin B, Budovsky A, Gorelick J, Dahan A, Ben-Shabat S 2020. Medicinal properties of *Lilium candidum* L. and its phytochemicals. Plants 9(8): 959.

## Türkiye'de Kültür Bitkilerinde Istilacı Tür *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae)'ın Yeni Konukçuları ve Yayılma Alanları

Gülten YAZICI<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Directorate of Plant Protection Central Research Institute, 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4550-5075>

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

### ÖZET

Bu çalışmada, 2018-2019 yılları yaz sezonunda Adana, Adıyaman, Ankara, Aksaray, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Eskişehir, Hatay, İstanbul, Karaman, Kastamonu, Kayseri, Konya, Manisa, Mardin, Mersin, Şanlıurfa, Şırnak, Tekirdağ, Tokat, Yalova ve Yozgat illerinde kültür bitkilerinde *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae)'ın salgını ele alınmıştır. Bu illerin coğrafi konumu ve iklim koşulları çok farklıdır. Bu nedenle, bu zararlı türün farklı iklim koşullarına uyum sağlayabildiği görülmüştür. 2019 yılında, zararlının yoğun bir şekilde bulunması, bitkilerde gelişme geriliğine, yapraklarda ölü noktalara veya ölü bitkilere sebep olduğu tespit edilmiştir. Zararlının salgınları kurak ve sıcak dönemlerde meydana geldiği veya aynı cinsin diğer türleri için önceki ürüne bağlı olduğu saptanmıştır. Bu türün fazla konukçu çeşitliliğine sahip olması nedeniyle hızla yeni alanlara yayılabildiği görülmüştür. Bu zararlı için belirli bir Entegre Zararlı Yönetimi prosedürü önerilmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 23.09.2020

Kabul Tarihi : 24.12.2020

#### Anahtar Kelimeler

Hemiptera

Lygaeidae

*Nysius cymoides*

Zararlı

Türkiye

## New Hosts and Spread Areas of Invasive Species *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) in Crop Plants in Turkey

### ABSTRACT

In this study the outbreak of the false chinch bug *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) was discussed in cultivated plants, in Adana, Adıyaman, Ankara, Aksaray, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Eskişehir, Hatay, İstanbul, Karaman, Kastamonu, Kayseri, Konya, Manisa, Mardin, Mersin, Şanlıurfa, Şırnak, Tekirdağ, Tokat, Yalova and Yozgat provinces during summer of 2018-2019. The geographic location and climatic conditions of these provinces are very different. Therefore, studied pest can adapt to different climate conditions. In 2019, the massive presence of this pest caused several damage to crops such as lack of plant development, dead spots on the leaves even the death of plants. Pest outbreaks occur in drought and warm periods; they can be related to ground wastes and depend on the previous crop for other species of the same genus. Due to the highest host diversity, it can rapidly spread to new areas. A specific Integrated Pest Management (IPM) program is so suggested for the related pest.

### Research Article

#### Article History

Received : 23.09.2020

Accepted : 24.12.2020

#### Keywords

Hemiptera

Lygaeidae

*Nysius cymoides*

Pest

Turkey

**To Cite :** Yazıcı G 2022. New hosts and spread areas of invasive species *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) in crop plants in Turkey. KSU J. Agric Nat 25 (2): 267-273. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.798617.

### INTRODUCTION

*Nysius* Dallas, 1852 (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) is one of the most common and widely distributed genera within the superfamily Lygaeoidea (Hemiptera: Heteroptera). Members of the genus are well known as "hard to identify" because of the similarity of the species in general aspects and

variability of the coloration (Nakatani, 2015). *Nysius* is a complex genus and many species are very difficult to identify without reference to type materials (Terrain, 2019). Ashlock (1967) listed 109 species and subspecies from the world. In the Palearctic Region, 23 species were listed by Aukema and Rieger (2001); among them ten species were reported from Turkey (Önder et al., 2006). Like other seed bugs, some

*Nysius* species are considered as crop pests of wheat and other grains, and vegetables.

Economically important population of *Nysius* develop when the seed supply of the preferred host becomes insufficient for a large population, and the pest move to a new host, often to one of agricultural importance (Costa Lima, 1940). Although there are economically important pests of the genus *Nysius*, the habitats, taxonomy as well as the biology of these species are not well studied. In the same habitat area, more than one species can be found. This is due to the fact that species moves very quickly and is well colonized in the appropriate habitat.

Species of the genus are mostly small sized with a long body. Usually, these insects can be found on the ground and under the plant and they spend the winter in adult or nymphal stages. They are often very mobile and phytophagous. They live in weeds, trees, pine cones, between leaves of gramineae plants and usually feed on plant seeds (Aysev, 1974). They feed also on vascular tissues and most of the damage can occur when they pass from weeds to cultivated plants, especially when water stress is experienced (Schaefer and Panizzi, 2000).

The aim of this study was to evaluate an outbreak of *Nysius cymoides* (Spinola, 1837) (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae) in fields and to propose an Integrated Pest Management (IPM) program for *N. cymoides*.

## MATERIALS and METHODS

The material is consisted of specimens of *N. cymoides* which were collected during the spring, summer and autumn seasons of 2018-2019 from Adana, Adıyaman, Ankara, Aksaray, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Eskişehir, Hatay, İstanbul, Karaman, Kastamonu, Kayseri, Konya, Manisa, Mardin, Mersin, Şanlıurfa, Şırnak, Tekirdağ, Tokat, Yalova and Yozgat provinces. The material was obtained from cultivated plants and a variety of flowering plants. Identified species were redescribed and body parts with taxonomical importance were photographed. To show internal structures of the species (genitalia), specimens were dissected, abdomens were removed and placed in a cold 10% KOH solution for 10 minutes. Internal structures are illustrated by digital photographs. Photos were corrected using CorelDRAW graphics software (version 12.0). In addition, distributional data of the species in Turkey and in the world, host plants and collection locality were given.

In order to study the effect of the pest on cultivated plants in 1970-2019, minimum and maximum temperature and precipitation data obtained from Meteorological Service were used.

Materials were deposited in the Nazife Tuatay Plant

Protection Museum (Ankara).

## RESULTS

*Nysius cymoides* (Spinola, 1837)

### Synonyms

*Nysius albidus* Dallas, 1852; *Heterogaster exilis* A. Costa, 1853; *Nysius fuliginosus* Fieber, 1861; *Nysius thoracicus* Horváth, 1882 (Bocchi, 2016).

### Description

Body long, oval; head gray-brown and brown porous, antennae and rostrum yellowish; thylus lighter colored and the center of the proximal edge surrounded by black color has a light spot; dark bands on both sides of the head close to the distal edge; pronotum gray-brown, porous, proximal corners whitish, fluffy medially whitish stained; scutellum dark gray-brown or blackish, distal corner with a short very light color medial overhang; wings yellowish gray, gray-brown band descending from proximal to distal of the clavus a common seemingly, side edges of corium curved very slightly, distal edges brown, cubital and brachial veins brown stripes; membrane very light and crossing the distal part of the abdomen; femora light yellow and brown spotted, tibiae light yellow, middle parts of mid and hind-femora black, tarsi light yellow; abdomen black in males and yellowish in females. Genital capsule lengthy, its distal part domed with a slight indentation on the sides, is narrower than the proximal; posterior part of the genital opening round and pointed in distal and lateral; Tips of capsule indentations under the parameres pointed; lateral edges of the anterior portion slightly indented towards the base and formed a V-shaped depression in the proximal center; this part of the genital opening without additional protrusion (Figure 1b). Hypophysis part of parameres thin, long and the tip round; body on hypophysis with large rounded outward protrusion, distally in the inter part outward bulging. The center of the body with a round, narrow and angular recess. The body thinning like a neck joins with the base (Figure 1c, d, e). Body height: 2,8-3,5 mm (Figure 1a).

### Material examined

Adana: Yüreğir, 27 m, 36° 58' 34" N, 35° 22' 50" E, 12.VI.2019, 3 ♀♀, 1 ♂ (*Gossypium hirsutum*); Adıyaman: Besni, 930, 17.VII.2019, 20 ♀♀, 14 ♂♂ (*G. hirsutum*), Konuklu, 648 m, 17.VII.2019, 13 ♀♀, 12 ♂♂ (*Portulaca oleracea*), Şambayat, 642 m, 17.VII.2019, 8 ♀♀, 6 ♂♂ (*Nicotiana tabacum*); Ankara: Çubuk, 1000 m, 40° 14' 19" N, 33° 1' 60" E, 05.VII.2018, 32 ♀♀, 28

♂♂ (*Phaseolus vulgaris*, *Capsicum annuum*);



Aksaray: 21.VI.2019, 54 ♀♀, 30 ♂♂ (Weeds); Çorum:  
Sungurlu, 789 m, 40° 09' 40" N, 34° 22' 37" E,  
17.VI.2019, 45 ♀♀, 37 ♂♂ (Weeds); Denizli:

26.VI.2019, 85 ♀, 63 ♂ (Weeds); Diyarbakır:  
19.VII.2019, 11 ♀♀, 9 ♂♂

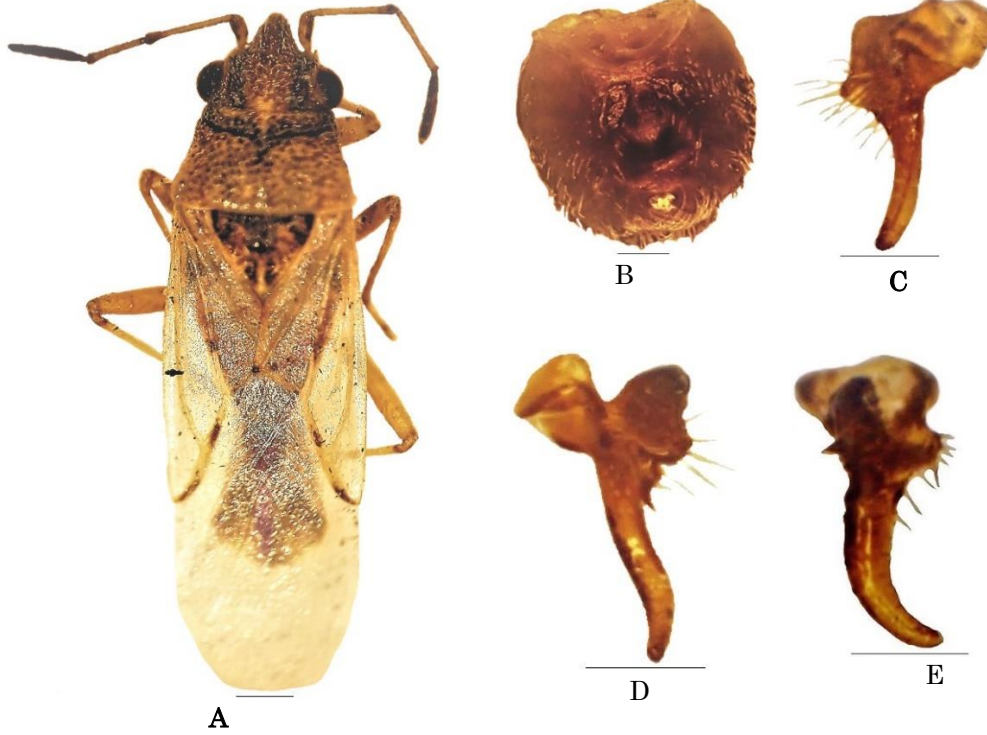


Figure 1. A: Adult of *N. cymoides* Spinola ♂; B: Dorsal view of the genital capsule; C-D-E: Ventral, lateral and dorsal views of the paramere.

Şekil 1. A: *N. cymoides* Spinola ergini ♂; B: Genital kapsül'ün üstten görünüşü; C-D-E: Paramer'in üstten, alttan ve yandan görünüşü.

(Cultivated plants), 30.VII.2019, 18 ♀♀, 10 ♂♂ (Quinoa), Çınar, Altınakar, 650 m, 21.VII.2019, 25 ♀♀, 20 ♂♂ (*G. hirsutum*), Şükürlü, 610m, 21.VII.2019, 3 ♀♀ (*G. hirsutum*); Elazığ: 20.VI.2019, 13 ♀♀, 6 ♂♂ (*Morus alba* L.), 20.VII.2019, 13 ♀♀, 7 ♂♂ (Vegetables); Erzincan: Çukurkuyu, 1240 m, 39° 46' 28" N, 39° 25' 33" E, 20.VI.2019, 50 ♀♀, 46 ♂♂ (Weeds); Eskişehir: Tepebaşı, Yeşiltepe, 808 m, 39° 47' 45" N, 30° 29' 52" E, 19.VI.2019, 53 ♀♀, 71 ♂♂ (Weeds); Hatay: 24.VI.2019, 30 ♀♀, 35 ♂♂ (*G. hirsutum*), 22.VI.2019, ♀, 3 ♂♂ (*Cucurbita pepo*), 23.VI.2019, 34 ♀♀, 23 ♂♂ (*G. hirsutum*, *Abelmoschus esculentus*), 26.VI.2019, 3 ♀♀, 2 ♂♂ (*G. hirsutum*); İstanbul: 18.VI.2019, 32 ♀♀, 27 ♂♂ (*Fragaria vesca*); Karaman: Yukarı Kızılca, 1103 m, 39° 59' 0,05" N, 32° 49' 2,8" E, 28.VI.2019, 328 ♀♀, 172 ♂♂ (fruit and vegetable fields); Kayseri: Melikgazi, 1060 m, 38° 43' 13.0332" N, 35° 29' 58.9560" E, 19.VI.2019, 61 ♀♀, 58 ♂♂ (Weeds); Konya: 21.VII.2018, 21 ♀♀, 18 ♂♂ (Weeds), 01.VII.2019, 11 ♀♀, 5 ♂♂ (*Prunus avium*); Manisa: 04.VI.2019, 15 ♀♀, 17 ♂♂ (*Medicago sativa*, *G. hirsutum*); Mardin: Kızıltepe, Altıntoprak, 500 m, 20.VII.2019, ♀ (*G. hirsutum*), Barış, 498 m, 20.VII.2019, 6 ♀♀, 4 ♂♂ (*G. hirsutum*), Nusaybin, Hasantepe, 510 m, 2 ♀♀, 2 ♂♂ (*G. hirsutum*); Mersin: 21.VI.2019, 6 ♀♀, 2 ♂♂ (*F. vesca*, *Citrullus lanatus*), Aydınçık, 17 m, 36° 8' 35.4912" N, 33° 19' 15.6108" E,

24.V.2019, 140 ♀♀, 100 ♂♂ (*Cucumis sativus*); Şanlıurfa: Akçakale, 362 m, 18.VII.2019, 11 ♀♀, 7 ♂♂ (*G. hirsutum*), Beyazkule, Tigem, 510 m, 18.VII.2019, 28 ♀♀, 12 ♂♂ (*Helianthus annuus*), Yeşerti, 364 m, 18.VII.2019, 21 ♀♀, 21 ♂♂ (*G. hirsutum*), Ceylanpınar, 366 m, 36° 50' 60" N, 40° 2' 60" E, 10.VII.2019, 42 ♀♀, 34 ♂♂ (*H. annuus*), Gökçayır, Tigem, 18.VII.2019, 25 ♀♀, 20 ♂♂ (*H. annuus*); Şırnak: Cizre, Bozalan, 500 m, 19.VII.2019, 20 ♀♀, 19 ♂♂ (*G. hirsutum*, *P. oleracea*), Yalıntepe, 600 m, 19.VII.2019, 18 ♀♀, 14 ♂♂ (Weeds), Silopi, Çiftlik, 390 m, 19.VII.2019, 28 ♀♀, 21 ♂♂ (*G. hirsutum*, *P. oleracea*), Kapılı, 410 m, 19.VII.2019, 5 ♀♀, 4 ♂♂ (Bush and *G. hirsutum*), Ortaköy, 19.VII.2019, 1400 m, 19 ♀♀, 12 ♂♂ (Weeds); Tekirdağ: 23.VII.2019, 38 ♀♀, 32 ♂♂ (*H. annuus*); Tokat: 630 m, 23.V.2019, 6 ♀♀, 8 ♂♂ (*Eruca sativa*); Yalova: 20.VI.2019, 45 ♀♀, 39 ♂♂ (Weeds); Yozgat: Şefaati, 917 m, 39° 30' 6" N, 34° 45' 8" E, 14.VI.2019, 12 ♀♀, 8 ♂♂ (Weeds) (Figure 2).

#### Distribution in Turkey

Adana, Ankara, Aydın, Balıkesir, Burdur, Bursa, Çanakkale, Edirne, Erzurum, Hatay, Iğdır, Isparta, İzmir, Kars, Kayseri, Kırklareli, Kocaeli, Manisa, Mersin, Muğla and Tekirdağ (Aysev, 1974; Önder et al., 2006) (Figure 2).



Figure 2. Distribution of *N. cymoides* Spinola in Turkey.  
Şekil 2: *N. cymoides* Spinola'in Türkiye'deki dağılışı.

### General distribution

Morocco, Algeria, Libya, Iran, Israel, Iraq, West Africa, Caucasus, Canary Islands, Egypt, Middle Asia, Syria, Tunisia, Turkestan, South Australia and Cyprus (Aysev, 1974; Önder et al., 2006); Iran (Mollashahi et al., 2016); Florida, California (Sweet, 2000); Italy (Bocchi et al., 2016; Scaccini and Furlan, 2019).

### Host plants

*Brassica napus* L. (Demirel, 2009); *Portulaca oleracea* L., Jojoba (Parenzan, 1985); soybean (Scaccini and Furlan, 2019); vineyards (Özgen, 2012; Rivnay, 1962); Fabaceae (Harakly and Assem, 1978); cabbage,

cauliflower, wild mustard, grapevines (Rivnay, 1962); *Gossypium hirsutum* L., wild mustard, *Helianthus annuus* L., *Medicago sativa* L., *Sinapis arvensis* L. (Mollashahi et al., 2016).

In this study, *Nysius cymoides* was determined to be harmful on *Abelmoschus esculentus*, *Capsicum annum*, *Citrullus lanatus*, *Cucumis sativus*, *Cucurbita pepo*, *Eruca sativa*, *Fragaria vesca*, *Gossypium hirsutum*, *Helianthus annuus*, *Medicago sativa*, *Morus alba* (Figure 3. a), *Nicotiana tabacum*, *Phaseolus vulgaris*, *Portulaca oleracea*, *Prunus avium* (Figure 3. c), *Quinoa*, *Triticum* sp. (Figure 3. b), fruit and vegetable fields as well as weeds.



Figure 3. Individuals of *N. cymoides* on several plants (A: *Morus alba*; B: *Triticum* sp.; C: *Prunus avium*).  
Şekil 3. Bazı bitkiler üzerinde *N. cymoides* bireyleri (A: *Morus alba*; B: *Triticum* sp.; C: *Prunus avium*).

More than 300 individuals per plant were often observed in the field representing so with the highest *N. cymoides* densities. The highest density of *N. cymoides* causes different damages such as wilting and yellow-brownish tissue (Figure 3), even conducting to plant death in some cases.

The outbreak reported here occurred in specified provinces in 2019 following a droughty and warm period from April to August. In April, a decrease in moisture and precipitation rates and an increase in temperatures degree caused the rise of population. More rainfall and lower temperature (in particular

referred to maximum temperature) occurred during April-May in 2017 compared to the same period in 2018 (Figure 4). Therefore, in 2017, there was no outbreak of *N. cymoides* because the population level was below the threshold in all monitored areas. While, the *N. cymoides* outbreak increased rapidly after 2018 and reached the peak in 2019.

### DISCUSSION and CONCLUSION

*Nysius cymoides* spends the winter in the adult stage giving one generation per year (Péricart 1998; Sweet 2000). In specific environmental conditions such as

warm summers, it may give rise to outbreaks that can cause damage to crops (Scaccini and Furlan, 2019). Especially in the Mediterranean basin, it causes significant economic losses in crops. In addition, it gives considerable harm to Cabbage, Cauliflower, *Brassica oleracea* L., Canola, *Brassica napus* L., Wild mustard, *Sinapis arvensis* L. and to different plants (Rivnay, 1962; Péricart, 1998; Sweet, 2000). *N. cymoides* also feeds on *Medicago sativa* L., legumes and many other families (Rivnay, 1962; Alsuhaibani, 1996; Razmjoo et al., 2011; Péricart, 1998; Sweet,

2000; Bocchi et al., 2016). Adults and nymphs suck shoots, fruits and seeds of plants and cause yellow, dry and fade of tissue. Sucked seeds lose their germination capacity and so their yields (Parenzan, 1985; Sweet, 2000; Bocchi et al., 2016; Scaccini and Furlan, 2019). In irrigated cultures, the pest, in various stages, is particularly active during the hottest hours of the day on the vegetation close to the ground; at night, in poor vegetations, it moves into cracks in the ground, onto irrigation pipes and soil clods (Haouas et al., 2019).

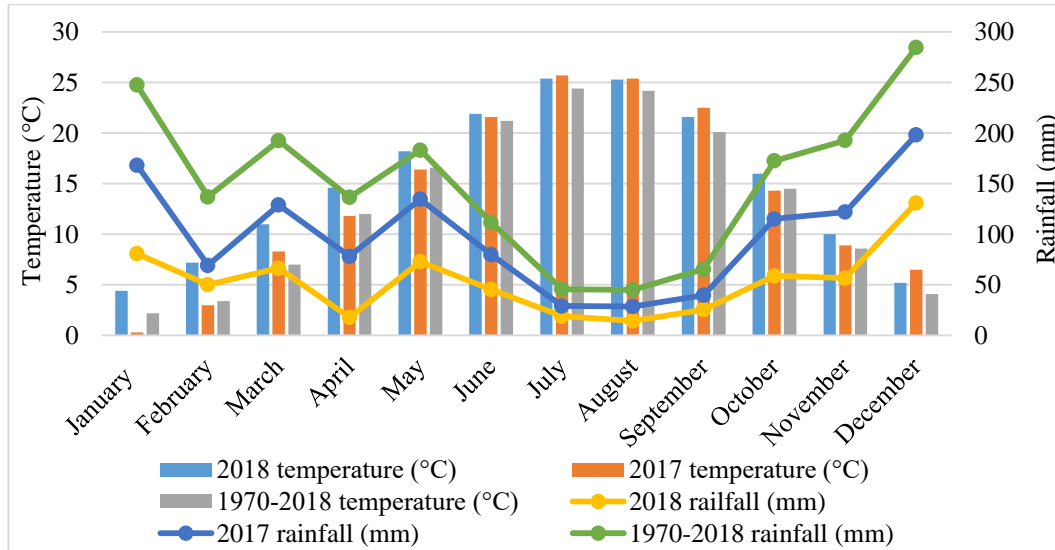


Figure 4. Comparison of the distribution of the average temperature and rainfall values for the years of 1970-2018 with the monthly temperatures and rainfall of the years 2017 and 2018 in Turkey.

Şekil 4. Türkiye'de 1970-2018 yıllarına ait ortalama sıcaklık ve yağış dağılımının, 2017 ve 2018 yıllarına ait aylık sıcaklık ve yağış ile karşılaştırılması.

The outbreak of *N. cymoides* in Turkey and the damage to cultivated plants were most probably related to a combination of the previous crops, its residuals on the ground and to the warm and dry weather in 2018 (Figure 4). The results are similar especially in Adana, Diyarbakır, Manisa, Mersin and Şanlıurfa provinces where intensive agriculture was performed. Furthermore, decreasing of the amount of precipitation and the increasing of temperature in April that are typical properties of hot arid climates promote the increasing of this species population. (Haouas et al., 2019). The low rainfall in April, May and June of 2019 did not eliminate the *N. cymoides* population. In May 2019, the population of *N. cymoides* could not be suppressed due to low rainfall and therefore, the pre-adult period of the insect peaked after May (Figure 5).

Indeed, the warm and dry summer may contribute to the outbreak and no similar reports were recorded in the same area in the previous years or the following summer. *Nysius* species have been known to pullulate during warm periods, as reported for *N. cymoides*, *Nysius huttoni* White and *Nysius raphanus* Howard (Farrell and Stufkens, 1993; Demirel and Cranshaw,

2006; Scaccini and Furlan, 2019). As an agricultural pest, *N. cymoides* is difficult to be controlled because it fecundated and overwinters in weeds outside commercial crops (Farrell and Stufkens, 1993). Therefore, cultivated plants may be colonized by invasions of migrant adults which inflict economic damage before detection.

Data on the biology and spread of the pest are not available, and the current researches on this pest in Turkey are concerned with taxonomic studies. However, the spread of individuals belonging to these species can be related to adult flights and infested plant materials. Therefore, in the fields should make some observation to reveal the current situation of *N. cymoides*.

In this study, it was observed that the high density of *N. cymoides* caused damage to cultivated plants, such as wilting, yellow-brownish tissue and even resulting in plant death in some cases. According to Scaccini and Furlan (2019), incorporating soil tillage with residuals of previous crop, as in the case of canola, has been shown to be an effective approach for preventing from *N. cymoides* infestations. Furthermore, implementation of an IPM program



against *Nysius* populations can help farmers and false treatments can be avoided. Host plants quality influence the life cycle parameters of *N. cymoides* and can give information helping to detect the population

dynamics of the pest and to select so the appropriate measures in its control and management (Mollashahi et al., 2016).

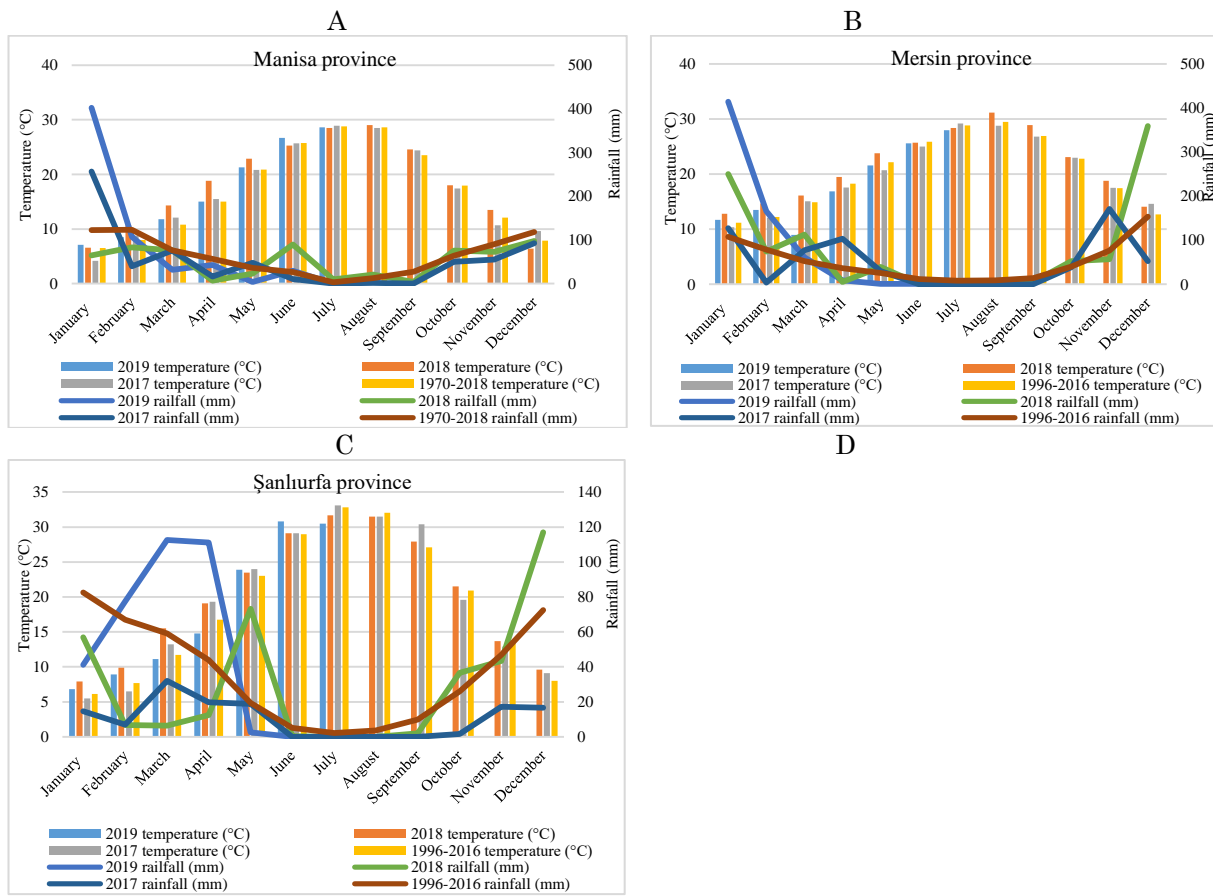


Figure 5. Comparison of the distribution of the average temperature and rainfall values for the years of 1996-2016 with the monthly temperatures and rainfall of the years 2017, 2018 and 2019 in Adana (A), Diyarbakır (B), Manisa (C), Mersin (D), Şanlıurfa (E).

Şekil 5. Adana (A), Diyarbakır (B), Manisa (C), Mersin (D), Şanlıurfa (E) illerinde 1996-2016 yılları ortalama sıcaklık ve yağış dağılımının 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait aylık sıcaklık ve yağış ile karşılaştırılması.

The increase of product variety in recent years is conducted to occur new pests as the case of *N. cymoides* a pest known to exist in Turkey. It was detected in various agricultural products and weeds in Adana, Adıyaman, Ankara, Aksaray, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Eskişehir, Hatay, İstanbul, Karaman, Kastamonu, Kayseri, Konya, Manisa, Mardin, Mersin, Şanlıurfa, Şırnak, Tekirdağ, Tokat, Yalova and Yozgat provinces. The geographic location and climatic conditions of these provinces vary considerably. This shows that the pest can adapt to different climatic conditions. Due to the high host diversity, this pest can rapidly spread to new areas. Since the biology of the pest and its symptoms are not fully known, it is difficult to control the pest. For this reason, the biology and type of damage should be determined to elaborate an efficient IPM program for *N. cymoides*. The

recommended measures to be implemented in country are as follow; detection of the pest in the fields, determination of population levels by examining post-harvest wastes, if the density is high, after harvesting host plants should not be cultivated and plant wastes must be annihilated as cultural measure.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank to my colleagues for providing the insect materials.



## REFERENCES

- Alsuhaybani AM 1996. Entomofauna of Alfalfa in Riyadh, Saudi Arabia. *Journal of King Saud University, Agricultural Sciences*, 8: 269-277.
- Ashlock PD 1967. A general classification of the Orsillinae of the world (Hemiptera-Heteroptera: Lygaeidae). *University of the California Publications in Entomology*, 48: 1-82.
- Aukema B, Rieger C 2001. Catalogue of the Heteroptera of the Palearctic Region, Vol:4. The Netherlands Entomological Society, Amsterdam, pp 346.
- Aysev N 1974. Ege Bölgesi Lygaeidae Familyası Üzerinde Sistematik Araştırmalar. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Araştırma Eserleri Serisi, Ankara, 149 s.
- Bocchi SD, Cinquanta M, Negri P, Dioli L, Limonta L 2016. *Nysius cymoides* (Spinola) on *Chenopodium quinoa* Willd. cultivated in Italy. *Journal of Entomological and Acarological Research*. 48 (5897): 332-334.
- Costa Lima AM 1940. Insetos do Brasil. Hemipteros. Tomo II. Escola Nacional de Agronomia, Rio de Janeiro, pp 351.
- Demirel N, Cranshaw W 2006. Plant yield response to artificial infestation of the false chinch bug, *Nysius raphanus*, confined on spring canola. *Phytoparasitica*, 34: 477-485.
- Demirel N 2009. Determination of Heteroptera species on canola plants in Hatay province of Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 4: 1226-1233.
- Farrell JA, Stufkens MW 1993. Phenology, diapause, and overwintering of the wheat bug, *Nysius huttoni* (Hemiptera: Lygaeidae), in Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 21: 123-131.
- Haouas DD, Glida-Gnidez C, Hafsi H, Nhaili A, Matocq A 2019. *Nysius cymoides* (Hemiptera: Lygaeidae), an emerging insect pest in Tunisia. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 0: 1-4.
- Harakly FA, Assem MA 1978. "Ecological studies on the truly pests of leguminous plants in Egypt. Piercing and sucking pests, 237- 242". In: *Proceedings of the 4th Conference of Pest Control*, Sept. 30 to Oct. 3, 1978 (Part I). Academy of Scientific Research and Technology and National Research Centre, Cairo, Egypt.
- Mollashahi MA, Sahragard J, Mohaghegh-Neyshabouri R, Hosseini, Sabouri H 2016. Resistance of canola cultivars affect life table parameters of *Nysius cymoides* (Spinola) (Hemiptera: Lygaeidae). *Journal of Plant Protection Research*, 56: 45-53.
- Nakatani Y 2015. Revision of the lygaeid genus *Nysius* (Heteroptera: Lygaeidae: Orsillinae) of Japan, with description of a new species. *Entomological Science*, 18: 435-441.
- Önder F, Karsavuran Y, Tezcan S, Fent M 2006. Heteroptera (Insecta) Catalogue of Turkey. *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir*, pp 164.
- Özgen I 2012. The species of suborder Heteroptera (Hemiptera) on vineyards agroecosystems which found in Diyarbakır, Elazığ and Mardin provinces, Turkey. *Munis Entomology Zoology*, 7: 255-258.
- Parenzan P 1985. Damage to jojoba (*Simmondsia chinensis*) from *Nysius cymoides* (Rhynchota, Heteroptera, Lygaeidae) in Apulia (Italy). *Entomologica*, 20 : 99-108.
- Péricart J 1998. Hémiptères Lygaeidae Euro-Méditerranéens, Volume 1, Généralités Systématique : Première Partie. *Faune de France 84 A*, Paris, France, pp 468.
- Razmjoo M, Nejhad FM, Zand AJ, Jafarpour M 2011. Study on Heteroptera in Biotope of Alfalfa Fields in Isfahan Province, pp. 150-152. in: 2011 International Conference on Life Science and Technology. Iacsit Press, Ipchee. 3, Singapore.
- Rivnay E 1962. *Field Crops in the Near East*. (Ed. W. Junk), The Hague, The Netherlands, pp 450.
- Scaccini D, Furlan L 2019. Outbreak of *Nysius cymoides* on second crop soybean *Glycine max* and proposal for Integrated Pest Management. *Bulletin of Insectology*, 72: 29-34.
- Schaefer CW, Panizzi AR 2000. Heteroptera of Economic Importance. N.W. Corporate Blvd., Boca Raton, Florida, pp 828.
- Sweet MH 2000. "Seed and Chinch Bugs (Lygaeoidea), 143-264". In: *Heteroptera of Economic Importance* (Eds. C. W. Schaefer & A. R. Panizzi). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 828 pp.
- Terrain 2019. Bug (Seed bug) *Nysius* species. Taranaki Educational Resource: Research, Analysis and Information Network. (Web page: <http://www.terrain.net.nz>) (Date accessed: 05.07.2019).

## Evaluation of Biofungicides in the Control against Powdery Mildew Disease [*Leveillula taurica* (Lev.) Arm.] in Pepper

Serife Evrim ARICI<sup>1\*</sup>, Ramazan ÖZKAYA<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, 32260, Isparta, TURKEY

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-5453-5869>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-9188-2429>

✉: [evrimarici@isparta.edu.tr](mailto:evrimarici@isparta.edu.tr)

### ABSTRACT

In this study, Tea Tree Oil, (Timorex Gold), Orange Oil (Prev-Am), Reynoutria spp. extract (Regalia), *Bacillus subtilis* QST 713 (Serenade SC), *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* (Vitana) and a reference product Fluopyram+Tebuconazole (Luna Experience) were applied to pepper plants to determine the efficacy against powdery mildew disease caused by *Leveillula taurica* (Lev.) Arm on pepper. The disease on plants was evaluated based on the 0-5 scale when the disease reached to 20% on untreated plots. Trials were established as a randomized plot design with four replications. The disease severity was assessed using Towsend-Heuberger's formula and the percentage effect of the applications was calculated using the Abbott formula. The conducted experiments were revealed that the highest % efficacy values of the preparations against powdery mildew were obtained from Timorex Gold (80%), Prev-Am (45%), Regalia (44.7%), Serenade (26.3%) and Vitana (26.2%), respectively. The efficacy of the reference product, Luna Experience, against powdery mildew in pepper was found 89%. It has been concluded that Timorex Gold preparation performed enough efficacy against *Leveillula taurica*, and can be safely used and offered against powdery mildew.

### Research Article

#### Article History

Received : 06.04.2021

Accepted : 20.05.2021

#### Keywords

*Bacillus subtilis* QST 713  
*Lactobacillus* spp.  
Orange oil  
*Reynoutria* spp. Extract  
Tea tree oil

## Biberde Külleme [*Leveillula taurica* (Lev.) Arm.] Hastalığına Karşı Mücadelede Biyofungisitlerin Değerlendirilmesi

### ÖZET

Bu çalışmada Çay Ağacı Yağı (Timorex Gold), Portakal Yağı (Prev-Am), Reynoutria spp. ekstrakt (Regalia), *Bacillus subtilis* QST 713 (Serenade SC), *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* (Vitana) ve ruhsatlı preparat olarak Fluopyram+Tebuconazole (Luna Experience) *Leveillula taurica* (Lev.)'nın neden olduğu külleme hastalığına karşı etkinliğini belirlemek için biber bitkilerine uygulanmıştır. Hastalık şiddeti, kontrol parsellerinde en az %20 hastalık ortaya çıktığında 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir. Serada tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü bir deneme yürütülmüştür.. Sayım sonucu elde edilen skala değerlerine Towsend-Heuberger formülü uygulanarak hastalık oranları (%), Abbott formülüne göre de preparatların etkileri hesaplanmıştır. *Leveillula taurica* hastalığına karşı kullanılan preparatların etkinlikleri sırasıyla Timorex Gold (%80), Prev-Am (%45), Regalia (%44.7), Serenade (%26.3), Vitana (%26.2) olarak belirlenmiştir. Ruhsatlı fungusit olarak kullanılan Luna Experience ise %89 oranında etkili bulunmuştur. Sonuç olarak, Timorex Gold'un biberde külleme hastalığı etmeni *Leveillula taurica*'ya karşı yüksek etki gösterdiği, güvenle kullanılabileceği ve önerilebileceği kanısına varılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 06.04.2021

Kabul Tarihi : 20.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

*Bacillus subtilis* QST 713  
*Lactobacillus* spp.  
Portakal yağı  
*Reynoutria* spp. Ekstrakt  
Çay ağacı yağı

## INTRODUCTION

Pepper (*Capsicum annuum* L.) is a native plant in South America. It belongs to the aubergine (Solanaceae) family and is able to grow in tropical, subtropical and temperate climate areas. The pepper is not only popular worldwide but also important foodstuff in Turkey. Pepper growing is carried out in both greenhouses and open fields in Turkey and the world (Koç et al., 2014). Crop losses caused by biotic factors including fungal, bacterial, and viral microorganisms are important for vegetable farming. Many soil-borne pathogens lead diseases in greenhouses, and are often difficult to control on pepper plants (Yıldız et al., 1990).

Some of important commonly seen diseases in greenhouse-grown pepper plants are white rot (*Sclerotinia sclerotiorum*), fusarium wilt (*Fusarium* spp.), early blight (*Alternaria solani*), leaf mold (*Botrytis cinerea*), phytophthora blight (*Phytophthora capsici*) and powdery mildew (*Leveillula taurica*). Powdery mildew [*Leveillula taurica* (Lev.) Arm.] which is one of the most important pepper fungal diseases can result in serious losses in pepper. In Turkey, more than 75 chemicals have licensed for powdery mildew, *Leveillula taurica*, in Solanacea plants. Despite the widespread use of cultural and chemical control to manage the disease, it cannot be fully controlled. In addition, control methods used for powdery mildew are based on genetic resistance. However, resistant cultivars are not always successfully developed (Tsrör et al., 2004; Yücel, 2008). Until recent years, there were no pepper cultivars resistant to *L. taurica*.

The use of fungicides increases the cost of production lower the market value, causing big economic losses and posing tremendous risk to the environment and human health. The use of pesticides has a negative impact on the environment and human health. Also, the use of pesticides against target organisms leads to the formation of resistant races (Aydın, 2015). For this reason, it has to be necessary to reduce chemical pesticides in agriculture and introduce environmentally friendly, sustainable and cheaper control methods. The most promising method to achieve this goal is biological control. The use of biological organisms alone or in combination to manage plant diseases can minimize the impact of chemicals on the environment. Furthermore, promoting plant growth and the importance of microorganisms in biological control are increasing (Sülü et al., 2016). Using biofungicides (*Bacillus* spp., *Trichoderma* spp., *Aspergillus* spp., Tea Tree Oil extract, *Reynoutria* spp. extract etc.) under favorable conditions resulted positive changes in crop plants including yield, durability, quality, earliness, and adaptability (Bora and Özaktan, 1998; Hermosa et

al., 2012; Sing et al., 2012; Shao et al., 2013; Ben Abdallah 2015; Aydın, 2015; Zalila-Kolsi et al., 2016; Sing et al., 2019). In this study, the biological activity of three plant extracts, one bacterium and one organic plant activator were investigated against powdery mildew disease caused *L. taurica* on pepper. Tea Tree Oil extract (222.5 g L<sup>-1</sup> in Timorex Gold), Orange Oil extract (60 g L<sup>-1</sup> in Prev-Am), *Reynoutria* spp. extract (in 224 g L<sup>-1</sup> Regalia), *Bacillus subtilis* [Serenade SC, i.e 1.34 % *B. subtilis* QST 713 strain (min. 1x10<sup>9</sup> cfu ml<sup>-1</sup>)], *Lactobacillus acidophilus* and *L. paracasei* (in 75% Vitanal), as well as a licensed fungicide namely Fluopyram + Tebuconazole (200 g L<sup>-1</sup> Fluopyram + 200 g L<sup>-1</sup> Tebuconazole in Luna Experience) were applied against *L. taurica*.

## MATERIALS and METHODS

### The application of preparations

In this study, the experiments were conducted with naturally occurred powdery mildew disease in a greenhouse located Hacıaliler, Aksu District, Antalya, Turkey. The greenhouse was used for pepper growing in Antalya in 2016 and 2017. *Leveillula taurica* susceptible Kanyon F1 pepper cultivar was used in the study. In both years of application, pepper plants were planted with 150 cm row spacing and 40 cm plant spacing. In both years, the first fungicide application was started when the fruits ripening and the flowering occurred in the plants. The experiments showed that before the first treatment, plant height was 65 cm in 2016 while it was 55 cm in 2017. The study was established with a randomized block design with 4 repetitions containing 20 plants in each repetition.

The pesticides were applied based on the doses written on the preparations according to producers' suggestions in the trial (Table 1).

The treatments in the experiment (Timorex Gold, Prev-Am, Regalia, Serenade, Vitanal) were sprayed by covering all the plants. As a comparative (licensed) fungicide, a chemical fungicide named Luna Experience (200 g L<sup>-1</sup> Fluopyram + 200 g L<sup>-1</sup> Tebuconazole) by Bayer Crops licensed in Turkey was applied. Applications were started when powdery mildew disease conditions occurred in the greenhouse. Applications were started before plants sustained disease and continued with 7 days intervals until at least 20% disease symptoms seen on control plots. Plants were sprayed 6 and 8 times in 2016 and 2017, respectively.

### Disease assessment in pepper plants

Disease assessment in plants was performed once the disease was reached at least a 20% level in the untreated plots. The assessment was conducted at

03.12.2016 and 09.12.2017. Five old leaves of each of the 20 pepper plants in each plot were examined

based on the scale of 0-5 (Table 2).

Table 1. Trade name, producer company, name, and amount of active substance, formulations, and doses of the preparations used in the experiment

*Çizelge 1. Denemede kullanılan preparatların ticari ismi, firması, aktif madde adı ve miktarı, formülasyon şekli ve dozları*

Trade Name	Company	Name and Amount of the Active Substance	Formulation	Dose
Timorex Gold	Nufarm	222.5 g L <sup>-1</sup> Tea Tree Oil (Tea Tree Oil)	EC	200 ml 100 L <sup>-1</sup> water
Prev-Am	Nufarm	60 g L <sup>-1</sup> Orange Oil	SL	200 ml 100 L <sup>-1</sup> water
Regalia	Syngenta	224 g L <sup>-1</sup> <i>Reynoutria</i> spp.	SC	200 ml 100 L <sup>-1</sup> water
Serenade	Bayer	%1.34 <i>Bacillus subtilis</i> QST 713 Irk1	SC	1000 ml 100 L <sup>-1</sup> water
Vitalan	Doğa Organik	<i>L. acidophilus</i> and <i>L. paracasei</i>	SL	300 ml 100 L <sup>-1</sup> water
Luna Experience	Bayer	200 g L <sup>-1</sup> Fluopyram+ 200 g L <sup>-1</sup> Tebuconazole	SC	30 ml 100 L <sup>-1</sup> water

Table 2. Scale of 0-5 evaluating powdery mildew disease (Anonymous, 2018)

*Çizelge 2. Külleme hastalığının değerlendirildiği 0-5 skalası (Anonim, 2018)*

Assessment scale for powdery mildew disease in cultivated species from solanaceae family	
Scale Value	Definition
0	No disease on the leaf
1	0-1% of the leaf area is infected
2	2-5% of the leaf area is infected
3	6-20% of the leaf area is infected
4	21-40% of the leaf area is infected
5	More than 41% of the leaf area is infected

#### Data assessment

The severity of the disease in each repetition (%) was calculated with the Townsend-Heuberger formula (Townsend and Heuberger, 1943). Based on the determined disease severity values, the effectiveness of the chemicals in percentage was calculated with Abbott formula (Abbott, 1925).

Towsend-Heuberger Formula

$$\text{Disease Severity (\%)} = \frac{\text{Total (n} \times \text{V)}}{\text{Z} \times \text{N}} \times 100$$

Abbott Formula

$$\text{Effect (\%)} = \frac{\text{X}-\text{Y}}{\text{X}} \times 100$$

In the above formulas, n refers to the number of root-root collars or tubers of the plant in different damage groups, V to levels of damage classified into groups, N to total number of root-root collar or tubers under control, Z to the highest scale value, X to the mean disease severity in positive untreated plots (%), Y to the mean disease severity in the treated plots (%), X to the disease severity in the untreated plots, Y to the resultant disease severity of each application.

#### Statistical analyses

Factorial analysis of variance was separately applied to the obtained data. Obtained disease rates in the experiment were analyzed within variance analysis in factorial order and subjected to angle transformation. The obtained data were evaluated by Tukey multiple comparison test using IBM® SPSS® 22 for the statistical analyses.

#### RESULTS

Disease severity in percentage (%) against *L. taurica* was obtained with the lowest rate of Timorex Gold (8.3%) application. Among the treatments, the highest disease severity was observed in Serenade (29.4%). A statistical difference was found between Timorex Gold and other applications (Figure 1). Disease severity in control plants was determined as 38.8%. Disease severity was found as 5.1% in Luna Experience application used as a comparison fungicide (Table 3) (P<0.05).

In this study, the highest biological effect against *L. taurica* was determined in Timorex Gold (78.7%) and the lowest in Vitalan application (24.9%). The biological effect was determined as 87.0% in the application of Luna Experience (Figure 1).

In 2017, the lowest disease severity in percentage was obtained from Timorex Gold (6.0%) application. This was followed by Regalia (16.6%) and Prev-Am (16.5%) applications, respectively. The highest disease severity percentage was observed in Vitalan (22.2%) and Serenade (22.1%) (Table 4).

A statistical difference was found between Timorex Gold and other applications. (P< 0.05). Disease rate in control plants was determined as 30.0%. Disease severity was found as 3.3 % in the application of Luna Experience and a statistical difference was found between Timorex Gold and Luna Experience applications. In this study, the most effective biological effect among the bio fungicides based on the



study was determined in Timorex Gold (80%) and the lowest in Vitanal application (26.2%). In the Luna Experience fungicide (Luna Experience), comparison treatments, the biological effect was determined as

89.0% (Figure 2). In this study, it was concluded that Timorex Gold, Prev-Am and *R. sachalinensis* extract (Regalia) can be used in the control of the powdery mildew disease.

Table 3. Effect of preparations applied to a pepper plants in greenhouse against *Leveillula taurica* in 2016.

Çizelge 3. 2016 yılında serada biber bitkisine uygulanan preparatların *L. taurica*'ya karşı etkisi

Name of the Treatment	Disease Severity (%)*	Biological Effect (%)*
Timorex Gold	8.3 ±0.21 b	78.7 ±0.53 b
Prev-Am	22.5 ±0.35 c	41.9 ±0.52 c
Regalia	23.2 ±0.22 c	40.1 ±0.59 c
Serenad	29.4 ±0.33 d	24.1 ±0.79 d
Vitalan	29.1 ±0.25 d	24.9 ±0.42 d
Luna Experience <sup>1</sup>	5.1 ±0.13 a	87.0 ±0.32 a
Control	38.8 ±0.29	

\* Mean values with different letters in the same columns denote significant differences (Tukey's Multiple Range Test; P <0.05). <sup>1</sup> Positive control



Figure 1. Pepper leaves in the greenhouse experiment in 2016 A) Control B) Timorex Gold C) Prev-Am D) Vitanal E) Serenade F) Regalia G) Luna Experience

Şekil 1 2016 yılında sera denemesinden biber yaprakları A) Kontrol B) Timorex Gold C) Prev-Am D) Vitanal E) Serenade F) Regalia G) Luna Experience

Table 4. Effect of preparations applied in the pepper greenhouse against *L. taurica* in 2017

Çizelge 4. 2017 yılında biber serasında *L. taurica*'ya karşı uygulanan preparatların etkisi

Name of the Pesticide	Disease Severity (%)*	Biological Effect (%)*
Timorex Gold	6.0 ±0.14 b	80.0±0.45 b
Prev-Am	16.5 ±0.21 c	45.0±0.59 c
Regalia	16.6 ±0.16 c	44.7±0.53 c
Serenade	22.1 ±0.21 d	26.3±0.41 d
Vitalan	22.2 ±0.24 d	26.2±0.55 d
Luna Experience <sup>1</sup>	3.3 ±0.13 a	89.0±0.39 a
Control	30.0±0.14	

\* Mean values with different letters in the same columns denote significant differences (Tukey's Multiple Range Test; P <0.05). <sup>1</sup> Positive control

In both trials, Timorex Gold, which is one of the commercial biofungicides, was found to be more effective than other biological preparations. Timorex Gold showed a biological effect close to fungicide (Luna Experience) used against powdery mildew disease. The result showed that all applications

suppressed powdery mildew disease in pepper, and better values were observed in the suppression of the disease in 2017 compared to 2016. It is thought that this is due to climatic factors, differences in humidity, and temperature values between 2016-2017. In 2016, preparations had difficulty in controlling the disease because the disease was more intense (Figure 3).



Figure 2. General view of the pepper plants in greenhouse A) Control B) Timorex Gold  
Şekil 2. Seradaki biber bitkilerinin genel görünümü A) Kontrol B) Timorex Gold

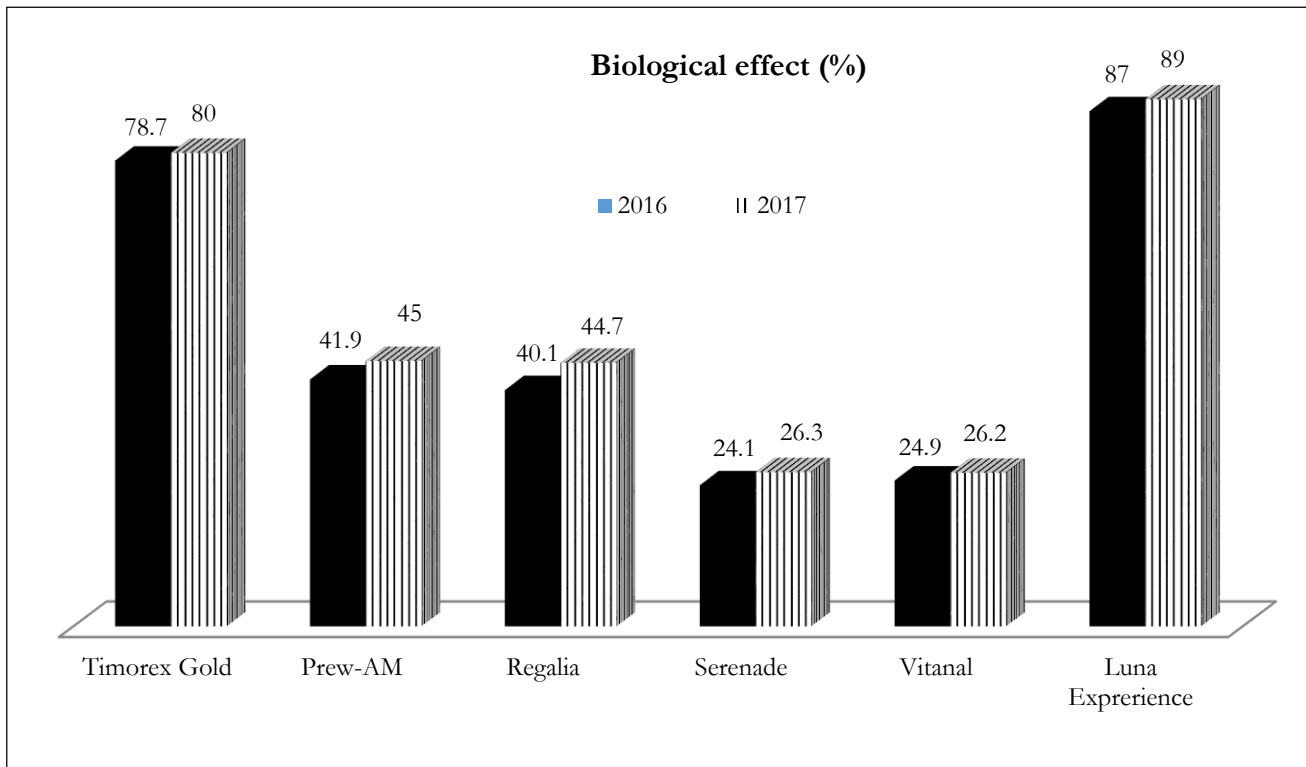


Figure 3. Efficacy of commercial biofungicides against *L. taurica* in the years of application  
Şekil 3. Ticari biyofungisitlerin uygulama yıllarında *L. taurica*'ya karşı etkinliği.

## DISCUSSION

In this study, the use of biological preparations showed strong antagonistic potential which inhibited >50% mycelial growth of *L. taurica* in pepper plants. Timorex Gold (Tea Tree Oil) (80%), Prew-Am (45%) and Regalia (44,7%) were the most effective suppressants of powdery mildew of *L. taurica* in

pepper plants. Similar results have been reported by other researchers. Shao et al. (2013) examined the effects of Tea Tree Oil (TTO) on mycelial growth of *Botrytis cinerea* and cell wall through steam and contact. The results have shown that TTO inhibited the mycelial growth of *Botrytis cinerea* and damaged the cell wall of the fungus. The most effective result was observed in the steam application. Terzi et al.

(2007) studied the effects of TTO and its basic components on the cereal diseases on barley leaves infected by *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Pyrenophora graminea*, and also *Blumeria graminis in vitro* conditions. They concluded that TTO and its components could be considered as natural alternative fungicides). Dagostin et al. (2011) carried out 112 different applications including biological control elements, animal materials, homeopathic remedies, inorganic substances, microbial extracts, natural products, plant extracts as well as physical methods and synthetic materials under the conditions of greenhouses and fields against the mildew (*Plasmopara viticola*) in wine grapes in Italy and Switzerland. At the end of these studies, the efficiency of Timorex Gold (TTO) in greenhouse conditions was found to be 39.6% in 50 ml 100 L<sup>-1</sup> of water dose, 90.5% in 100 ml 100 L<sup>-1</sup> of water dose, and 93.3% in 500 ml 100 L<sup>-1</sup> of water dose. Reuveni et al. (2009) reported that Timorex Gold prevented the breathing of fungi, germination tube formation and mycelial growth

Although Orange Oil and *B. subtilis* suppressed powdery mildew in pepper plants in this study, it was not as effective as a fungicide. Similar results were reported by Moyer and Peres (2008). The effect of Orange Oil, *B. subtilis*, acibenzolar-S-methyl, phosphoric acid, potassium bicarbonate, calcium silicate and potassium silicate against powdery mildew disease (*Podosphaera fusca* (Fr.)) in gerbera were investigated in this study. While calcium silicate, and potassium silicate did not suppress the powdery mildew in gerbera, Orange Oil, *B. subtilis*, acibenzolar-S-methyl, phosphoric acid, potassium bicarbonate applications suppressed the powdery mildew disease but were not as effective as fungicide. Dagostin et al. (2011) reported that the effectiveness of Orange Oil in the field part of the study was found to be 20% in leaves in 300 ml 100 L<sup>-1</sup> water dose, while the effect on bunches of grapes was 28%. In another study, *B. subtilis* QST 713 Race (Serenade) had 50.99% biological activity against the *Alternaria alternata* in tomato, while it showed 24.1% biological effect against the powdery mildew in pepper and it was not effective against the powdery mildew disease in pepper (Ünsal, 2010). Dagostin et al. (2011) found 48% biological effect within 400 ml 100 L<sup>-1</sup> litres of water dose of Serenade. *Bacillus subtilis* has positive environmental effects, is attractive for the control of plant diseases and slows the development of fungicide resistance (Jochum et al., 2006; Grosu et al., 2015). *Bacillus subtilis* produces antagonistic activities against fungal and bacterial pathogens (Ben Abdallah et al., 2015; Zalila-Kolsi et al., 2016). *Bacillus subtilis* is a producer of Mycosubtilin containing antifungal peptide antibiotic potential.

In this study, *R. sachalinensis* extract (Regalia) used

against *L. taurica*, provided 40.1% and 44.7% biological effect in 2016-2017. Although thid extract is not very effective against powdery mildew disease in pepper, it is thought that it can be used with other applications within the scope of integrated pest management. Regalia, which is used for plant diseases, activates the defence system in the plant and increases the secretion of phenolic compounds (Ünsal 2010). Schmidt et al. (2002) reported that extracts of *R. sachalinensis* plant significantly reduced powdery mildew infections in cucumber, tomato, and grapevine plants. Malathrakis et al. (2002) investigated the effect of *R. sachalinensis* against *L. taurica* in tomato in different doses. The most effective dose with 0.0 5% of *R. sachalinensis* was reported against *L. taurica*. On the other hand, Konstantinidou-Doltsinis et al. (2006) tried to determine the effect of *R. sachalinensis* against powdery mildew disease (*L. taurica*) in tomato greenhouses. According to the research results, *R. sachalinensis* has been found to reduce powdery mildew disease (*L. taurica*) by 64.6 % in tomato greenhouses. Walters and Fontaine (2009) reported that *R. sachalinensis* controlled the disease of powdery mildew (*Uncinula necator*) in grape.

In the present study, Vitanal (*Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus paracasei*) did not give a very effective result against powdery mildew disease (*Leveillula taurica*). Similar results were reported by Lipinska et al. (2016). In their study, it was investigated the effectiveness of *Lactobacillus* bacteria against *Alternaria alternata*, *Alternaria brassicicola*, *Aspergillus niger*, *Fusarium latericum*, *Geotrichum candidum*, *Mucor hiemalis* and *Candida vini* ag. It was reported that, *L. acidophilus* and *L. paracasei* certainly did not prevent the development of *Candida vini* and an antifungal effect was not detected. Also, *L. acidophilus* and *L. paracasei* lowly prevented the development of the other 6 fungi in the experiment and showed a low antifungal effect. Besides, another researcher reported a different result. Daranas et al. (2019) investigated the efficacy of *Lactobacillus* bacteria against *Pseudomonas syringae* pv *actinidiae* in kiwi, *Xanthomonas arboricola* pv *pruni* in plum and *Xanthomonas fragariae* in strawberry. It was reported that PM411 and TC92 breeds of *L. plantarum* completely suppress 3 bacterial pathogens causing disease in plants.

## CONCLUSION

According to the results, Timorex Gold was the most effective in suppressing *L. taurica* in pepper plants. This was followed by Prev-Am and Regalia (*R. sachalinensis* extract) in the suppression of powdery mildew disease in pepper. It is concluded that Timorex Gold (Tea Tree Oil) can be safely used and recommended against *L. taurica* disease in pepper.



Timorex Gold with the zero day PHI value (Pesticide Residues in Food) can be used safely in biological control. Timorex Gold can be used alternately with chemical fungicides in the integrated pest management program to reduce the number of fungicides, and the amount of fungicide residue. Biological control is considered an alternative to chemical control due to its positive aspects in terms of both human health and environment and food safety. The results of this study will be a source for future studies against powdery mildew (*L. taurica*) disease. Considering the results of the present and similar studies, the importance of biological control against powdery mildew pepper caused by *L. taurica* should be more emphasized, and new antagonists and alternative options should be developed further investigated for disease control.

#### Abbreviations

**TTO:** Tea Tree Oil

**g L<sup>-1</sup>:** g/L

**EC:** Emulsifiable Concentrate

**SC:** Suspension concentrate

**SL:** Soluble liquid

**ml:** mililiter

**L:** Liter

**spp:** Species

#### 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.

#### REFERENCES

- Abbott WS 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide, *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Anonymous 2018. [https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Sitandard/Sebze %20Hastal%C4%B1klar%C4%B1%20Standart%20%C4%B0la%C3%A7%20Deneme%20Metotlar%C4%B1.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Sitandard/Sebze%20Hastal%C4%B1klar%C4%B1%20Standart%20%C4%B0la%C3%A7%20Deneme%20Metotlar%C4%B1.pdf)
- Aydın MH 2015. Bitki Fungal Hastalıklarıyla Biyolojik Savaşta *Trichoderma*'lar. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(2): 135-148.
- Bora T, Özaktan H 1996. Antagonistik Bazı Floresent Pseudomonasların Önemli Kültür Mantarı Hastalıklarına Karşı İn Vitro Etkileri Üzerinde Araştırmalar. *Türkiye 5. Yemeklik Mantar Kongresi Bildiri Özetleri*, 5-7 Kasım 1996, Yalova, s: 267-273.
- Ben Abdallah D, Frikha-Gargouri O, Tounsi S 2015. *Bacillus amyloliquefaciens* Strain 32a As A Source Of Lipopeptides For Biocontrol Of *Agrobacterium tumefaciens* Strains. *Journal of Applied Microbiology*, 119: 196-207.
- Dagostin S, Schärer HJ, Pertot I, Tamm L 2011. Are There Alternatives to Copper for Controlling Grapevine Downy Mildew In Organic Viticulture. *Crop Protection*, 30 (7): 776-788.
- Daranas N, Roselló G, Cabrefiga J, Donati I, Francés J, Badosa E, Spinelli F, Montesinos E, Bonaterra A 2019. Biological Control of Bacterial Plant Diseases with *Lactobacillus plantarum* Strains Selected for Their Broad-Spectrum Activity. *Annals of Applied Biology*, 174(1): 92-105.
- Grosu AI, Siciua, OA, Dobre A, Voaideş C, Cornea CP 2015. Evaluation of Some Bacillus spp. Strains For The Biocontrol of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* in Wheat. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6: 559-566.
- Jochum CC, Osborne LE, Yuen. GY 2006. Fusarium Head Blight Biological Control With *Lysobacter Enzymogenes* Strain C3. *Biological Conservation* 39: 336-344.
- Hermosa R., Viterbo A., Chet I., Monte E 2012. Plant-Beneficial Effects of *Trichoderma* and of Its Genes. *Microbiology*, 158: 17-25.
- Koç E, İşlek C, Üstün AS 2014. Biber (*Capsicum annuum* L. cv. Kahramanmaraş-Acı) Fidelerinde Bakır Sülfatın (CuSO<sub>4</sub>) Fenilalanin amonyum liyaz (PAL) Enzim Aktivitesi, Fenolik Maddeler ve Toplam Klorofil Üzerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2): 128-131
- Konstantinidou-Doltsinis S, Markelleu E, Kasselaki AM, Fanouraki NM, Koumaki CM, Schmitt A, Liopa-Tsakalidis A, Malathrakis NE 2006. Efficacy of Milana, A Formulated Plant Extract From *Reynoutria sachalinensis*, Against Powdery Mildew Of Tomato (*Leveillula taurica*). *BioControl*, 51:375-392.
- Lipińska L, Klewicki R, Klewicka E, Kołodziejczyk K., Sójka M, Nowak A 2016. Antifungal Activity of *Lactobacillus sp.* Bacteria In The Presence Of Xylitol And Galactosyl-Xylitol. *BioMed Research International Volume 2016*, Article ID 5897486, 8 pages
- Malathrakis NE, Markellou E, Fanouraki MN, Kasselaki AM, Koumaki CM, Schmitt A, Petsikos-Panayotarou N, Konstantinidou-Doltsinis S 2002. Efficacy of Milsana® (VP 1999), A Formulated Plant Extract From *Reynoutria sachalinensis* Against Powdery Mildew Of Tomato (*Leveillula taurica*). In: Elad, Y.;
- Moyer C, Peres NA 2008. Evaluation of Biofungicides For Control of Powdery Mildew Of Gerbera Daisy. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 121: 389-394.
- Reuveni M, Neifeld, D, Dayan D, Kotzer Y 2009. A Novel Organic Product Based On Essential Tea Tree Oil for the Control of Fungal Diseases in



- Tomato. *Acta Horticulture* 808: 129-132  
DOI:10.17660/ActaHortic. 2009.08.18.
- Schmitt A, Mauch-Mani B 2002. Proceedings of the IOBC-WPRS Study Group on Induced Resistance in Plants Against Insects And Diseases, Wageningen, The Netherlands, 26-28 April 2001. *Bulletin-OILB-SROP* 25: (6), 83-88.
- Shao X, Cheng S, Wang H, Yu D, Mungai C 2013. The Possible Mechanism of Antifungal Action of Tea Tree Oil on *Botrytis cinerea*. *Journal of Applied Microbiology*, 114(6), 1642-1649.
- Singh R, Maurya S, Upadhyay RS 2012. Antifungal Potential of *Trichoderma* Species Against *Macrophomina phaseolina*. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 8(6): 1925-1933.
- Singh UB, Singh S, Malviya D, Karthikeyan N, Imran M, Chaurasia R, Alam M, Singh P, Sarma BK, Rai JP, Damodaran T, Tripathi JK, Kumar S, Sharma AK 2019. Integration of Anti-Penetrant Tricyclazole, Signaling Molecule Salicylic Acid And Root Associated *Pseudomonas fluorescens* Enhances Suppression of *Bipolaris sorokiniana* in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Pathology*, 101 (4): 943-954
- Sülü SM, Bozkurt İA, Soylu S 2016. Bacterial Endophytes as Plant Growth Promoting And Biological Control Agents. *Ziraat Fakültesi Dergisi, Mustafa Kemal Üniversitesi*, 21(1): 103-111.
- Terzi V, Morcia C, Faccioli P, Vale G, Tacconi G, Malnati M 2007. *In vitro* Antifungal Activity of The Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*) Essential Oil and Its Majör. *Letters in Applied Microbiology* 44(6):613-618.
- Townsend GK, Heuberger JW 1943. Methods for Estimating Losses Caused by Diseases in Fungicide Experiments, *Plant Disease Report* 27: 340-343
- Tsrör L, Lebiush MS, Shapira N 2004. Control of Powdery Mildew on Organic Pepper. Management of Plant Diseases and Arthropod Pests by BCAs. *IOBC/WPRS Bulletin* 27:333-336
- Ünsal B 2010. Organik Domates Yetiştiriciliğinde *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler İle Mücadele Olanakları, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi47s, Aydın.
- Walters DR, Fountaine JM 2009. Practical Application of Induced Resistance to Plant Diseases: an Appraisal of Effectiveness Under Field Conditions. *Journal of Agricultural Science*, 1-13.
- Yıldız M, Erkan S, Delen N 1990. Sera sebze yetiştiriciliğinin hastalıklar açısından durumu. Türkiye 5. Seracılık Sempozyumu, 17-19 Ekim 1990, İzmir, s: 155-164.
- Yücel S 2008. Survey Studies on Fungal Disease Of Covered Vegetable Areas İn Mediterranean Region. *Bitki Koruma Bülteni*, 0 (0), Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/bitkorb/issue/3653/48680>.
- Zalila-Kolsi I, Mahmoud AB, Ali, H, Sellami S, Nasfi Z, Tounsi S, Jamoussi K 2016. Antagonist Effects of *Bacillus* spp. Strains Against *Fusarium graminearum* For Protection of Durum Wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*). *Microbiological Research*, 192: 148-158.

## Vertical Distribution of Root Lesion Nematodes (*Pratylenchus thornei* (Sher et Allen) *Pratylenchus neglectus* (Rensch) Filipjev & Schuurmans Stekhoven (Tylenchida: Pratylenchidae) and Stem and Bulb Nematode *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) (Tylenchida: Anguinidae) in Two Chickpea Growing Areas in Turkey

Tohid BEHMAND<sup>1</sup>, Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR<sup>2</sup>, İbrahim Halil ELEKÇİOĞLU<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Cukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana 01330, Turkey.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7227-2484>, <sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0936-3759>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-2345-6789>

✉: Tohid.behmand63@gmail.com

### ABSTRACT

Investigation of the vertical distribution of three plant-parasitic nematodes was conducted in two chickpea fields, one in southeastern (Şanlıurfa) and the other in central Anatolia (Ankara) Turkey during 2015/2016 and 2016/2017 growing seasons. Twelve accessions of Turkish domesticated and wild *Cicer* species including 3 *Cicer arietinum*, 4 *C. echinospermum*, and 5 *C. reticulatum* were used in the experiments. Soil samples were collected around the plant roots at a 10-20 cm and 20-30 cm depth by using an auger at each site. Maximum population densities of the root-lesion nematodes (*Pratylenchus thornei* (Sher et Allen) and (*Pratylenchus neglectus* (Rensch) Filipjev & Schuurmans) were observed at the depth of 20-30 cm, during the pod filling stage and harvest time. Also, the population density of root-lesion nematodes was higher than *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) (Tylenchida: Anguinidae) at the depths of 20-30 cm. Population density of root-lesion nematodes was positively correlated with the site, time of sampling, chickpeas species, and there was statistically significant difference between soil depth and population density of nematodes in both sites.

### Research Article

#### Article History

Received : 08.04.2021  
Accepted : 11.06.2021

#### Keywords

Chickpea  
Depth distribution  
Root-lesion nematodes  
*Ditylenchus dipsaci*

## Kök Lezyon Nematodlarının (*Pratylenchus thornei* (Sher et Allen) *Pratylenchus neglectus* (Rensch) Filipjev & Schuurmans Stekhoven (Tylenchida: Pratylenchidae) ve Soğan-Sak Nematodu *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) (Tylenchida) 'nın Nohut Yetiştirilen Alanlarda Dikey Dağılımı

### ÖZET

Türkiye’de, 2015/2016 ve 2016/2017 yetiştirme sezonunda, biri Güneydoğu Anadolu (Şanlıurfa) ve diğeri İç Anadolu’da (Ankara) bölgesinde bulunan iki nohut arazisinde üç bitki-paraziti nematodun dikey dağılımının incelenmiştir. On iki yerli ve yabancı *Cicer* hattı (3 *Cicer arietinum*, 4 *C. echinospermum*, ve 5 *C. reticulatum* dahil) denemelerde kullanılmıştır. Toprak örnekleri, bitki kökleri çevresi 10-20 cm ve 20-30 cm derinliğinden burguyla toplanmıştır. Kök lezyon nematodları, *Pratylenchus thornei* (Sher et Allen) ve *Pratylenchus neglectus* (Rensch) Filipjev & Schuurmans’un en yüksek popülasyon yoğunlukları, 20-30 cm derinlikte, bakla doldurma aşaması ve hasat zamanında gözlenmiştir. Ayrıca, nohut arazisinde 20-30 cm derinliğindeki kök lezyon nematodlarının popülasyon yoğunluğu *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) (Tylenchida: Anguinidae)’den daha fazla bulunmuştur. Kök lezyon nematodlarının (*P. thornei* ve *P. neglectus*) popülasyon yoğunluğu, deneme arazisi, örnekleme zamanı, nohut türleri ile pozitif korelasyon göstermiştir ve her iki arazideki nematodların popülasyon yoğunlukları ve toprak derinliği arasında istatistiki olarak anlamlı farklar bulunmuştur.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 08.04.2021  
Kabul Tarihi : 11.06.2021

#### Anahtar Kelimeler

Nohut  
Derinlik dağılımı  
Kök lezyon nematodları  
*Ditylenchus dipsaci*

## INTRODUCTION

Chickpea is one of the most important legume crops in the world. The most important chickpea-producing countries are India, Australia, Myanmar, Ethiopia, Turkey, Pakistan, Russia, Iran, Mexico, USA, and Canada. Turkey is ranked fifth in the world for chickpea production (FAO, 2019). Nematode distribution in the soil is dependent on the physical and chemical properties of the medium (Marissônia et al., 2020). The vertical movement in the soil, and their association with different hosts, of the root-lesion nematodes (*Pratylenchus thornei* (Sher et Allen) and *P. neglectus* (Rensch) Filipjev & Schuurmans), *Helicotylenchus* and of the smaller stem endoparasite *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) (Tylenchida: Anguinidae) were investigated experimentally, to compare their rates of distribution (Behmand et al., 2019). The study on relationships between depth use for crop plants and soil organisms is important for adaptive ecosystem management and better understanding the soil ecosystem process. Wu et al. (2000) indicated that the distribution of nematode can change because of growing plants in different depths of soil and the structure and function of the soil. Work (Lo pez and Bello, 1995; Liang et al., 1999) has shown that different vertical distribution of nematode species releases to a variety of biological, physical, and chemical variables in soil. Also, the distribution and population density of nematodes can be decreased with increasing soil depths because of the limited nutrient group composition (Yeates, 1980; Yeates et al., 2000; Lazarova et al., 2004). Information about the vertical distribution of nematodes and how they change at different depths of the soil is important for controlling population density below a threshold level.

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is an important grain legume that is grown in most parts of Turkey. The plant-parasitic nematodes are one of the important factors limiting chickpea productivity. It is often grown in rotation with wheat (*Triticum aestivum*) respectively, in intolerant cultivars attributed to *P. thornei* (Thompson et al., 2000; Reen et al., 2014). The attention of nematologist is now focused on alternative control methods. Knowing about the vertical distribution of plant-parasitic nematodes in different crop fields can be helpful to reduce the population densities of plant-parasitic nematodes. The aim of this research was to determine the effects of different depths of the growth of chickpea in a field with the presence of the nematodes. The biggest number of plant-parasitic nematodes was observed in the top 15-20 cm of soil (Norton, 1978; McSorley, 1987; Rickard and Barker, 1982). Also, the maximum densities of some nematode species were in the deeper depths of 30 cm soil (Bouyoucos, 1936; Barker and Campbell, 1981).

Many abiotic and biotic stress factors can cause yield loss in chickpea. Root-lesion nematodes (*Pratylenchus thornei* and *P. neglectus*) are one of the most important biotic factors to limit chickpea production in the world. The best strategy for management to control these nematodes is to use resistant chickpea cultivars. Although, the strategy of the breeding program is not easy for resistance to root-lesion nematodes because of the reaction of different varieties and little diversity of chickpea to nematodes (Thompson et al., 2000).

Usually, there is not a standard definition method of deep sampling for plant-parasitic nematodes, but it is usually suggested at sampling depth of 15-20 cm for plant-parasitic nematodes (Lehman, 1980; Dunn, 1984). The objective of this study was to compare nematode distribution in different depths of soil (10-20 and 20-30 cm) under cultivation of chickpea in South-eastern (Şanlıurfa province) and Central Anatolia Turkey (Ankara province).

## MATERIALS and METHODS

### Experimental Area

This study was conducted during 2015/2016 and 2016/2017 at the Field Research Facility of the Faculty of Agriculture at Harran University in Şanlıurfa and Haymana region in Ankara, Turkey. The investigational field was located on the Harran Plain (altitude: 465 m; 37° 08' N and 38° 46' E) where the climate change from arid to semi-arid and the weather was hot and dry from May to September when temperatures can reach up to 46°C, and was usually warm during the winter. There was an average of 460 mm of rain falls each year and the relative humidity averages was about 49%. The second site of the experiment was located on the Haymana plain. It is located at the intersection South part of Ankara and side in a position that could be considered the center of 39 degrees north latitude and 32 degrees east longitude, where chickpea planted in March/April and harvested in June/July. Experiments were established at the beginning of March during the 2015/2016 and 2016/2017 chickpea growing seasons. At the beginning of the experiment, the land was plowed and cultivated, then prepared for planting with a single pass of a disk-harrow.

### Plant Material

In this study, Twelve accessions of Turkish domesticated and wild *Cicer* species including 3 *Cicer arietinum*, 4 *C. echinospermum*, and 5 *C. reticulatum* were used to identify the vertical distribution of nematodes at different depths of soil.

### Identification of Nematodes

Root lesion nematodes (*P. thornei* and *P. neglectus*)

were identified based on morphological (Handoo and Golden, 1989) and Molecular (Behmand et al., 2019). *Ditylenchus dipsaci* species have been developed based on species specific DdpS2/rDNA2 and DdpS1/rDNA2 primers (Subbotin et al., 2005).

### Experimental Design

The experiment was set up in split plots in a randomized complete block design (RCBD) with four replications. Main plots consisted of distribution depth (10-20 and 20-30 cm) and subplots consisted of *Cicer* genotypes. Each plot consisted of single rows with 2 m long and distances between the rows were 60 cm and intra-row spacing was 5 cm. The seeds were sown at a 5-6 cm depth. The experiment was repeated in 2017 using a similar pattern and procedures. All the treatments were irrigated by using a sprinkler irrigation system. A total of 480 (12 line×4 replication×2 depth×2 times of sowing) soil samples were collected from the 0-20 cm and 20-30 cm depth of soil during early spring (March) and mid-summer (July) by using an auger from the plots of each field (eight plots).

### Soil Structure

The soil texture was very similar at all depths and all of the plots had a similar position. Also, soil moisture was under 10% at all depths, and all of the plots in the field had a sand content lower than 90%.

### Data Collecting

Soil samples were collected at 30-day intervals from early spring (March) 2015/2016 until mid-summer July 2016/2017 from eight plots (7.2 m wide x 2 m long =14 m<sup>2</sup>) per field.

### Data analysis

The data was analysed using ANOVA according to the standard analysis of variance procedure with Gen Stat (Statistical and Mathematical Software) discovery edition. The significance level of differences between treatments and replications of data were calculated at P<0.001. In addition, distribution of data was checked using the above software program.

Twelve accessions of *Cicer* species (3 *Cicer arietinum*, 5 *C. reticulatum* and 4 *C. echinospermum*) were planted during winter and spring growing season to evaluate the vertical distribution of nematodes between *Cicer* species. The soil samples were collected monthly from 96 subsamples (12 accessions x 4 replicated with 2 cultivations in spring and autumn = 96). The nematodes were extracted from soil by using a 'Modified Baermann Funnel' method (Hooper, 1986). All the plant parasitic nematodes from the subsample were counted directly, avoiding dilution that could result in counting error (Mcsorley, 1987).

For each plot on each sampling date, the abundance percentage of each nematode species present at each depth was calculated by the formula.

$$\text{Present of species at depth} = \frac{\text{Density of species at depth}}{\text{Total density of species at two depths}}$$

as reported in previous nematological studies (Hijink and Kuiper, 1966; Sinclair et al., 1982). The percentage of abundance by depth was subjected to analysis of variance to determine if significant (P<0.001) difference occurred with depth.

## RESULTS and DISCUSSION

The analysis of the data showed that the population density of both root-lesion nematodes (*P. thornei* and *P. neglectus*) at the depth of 20-30 cm of soil was higher (P <0.001) than 10-20 cm depth during the 2015/2016 and 2016/2017 growing seasons (Table 1, 2, 3 and 4). At the final soil sampling in June and July of 2015/2016 and 2016/2017 in both sites (Şanlıurfa and Ankara), more than 50% population density of *Pratylenchus thornei* and *P. neglectus* each year was found in the upper 20-30 cm of soil, a higher (P<0.001) proportion than in either of the depth examined (Table 1 and 3). Additionally, as the season progressed, nematodes became more distributed through the soil layer in increasing numbers. There was a trend toward the maximum level of the population at 20-30 cm deep, particularly in 2015/2016, the distribution density of nematode in the upper layers (20-30 cm) was similar (P <0.001) in the 2016/2017 year, but it was different in each field. The highest population density of nematodes usually was presented at the 20-30 cm depth mid-summer (July) in the Ankara field (Table 2 and 4). The percentage of all sampling dates was greater (P <0.001) than 10-20 cm depth (Figure 1 and 2). Similar studies in Şanlıurfa indicated that the distribution density of nematode was similar among the two layers of soil just a few slight differences (P<0.001) were given (Table 1, 3 and Figure 1, 2).

Robertson et al. (1979) reported that the majority of legume roots grow in the upper 15 cm in sandy soil. A proportional decrease in plant size and root distribution throughout the profile could leave relatively few roots available for feeding below 30 cm. Mc Sorley and Dickson (1990) indicated that the number of lesion nematode in the soil increased in the upper level 15 cm in sandy soil under soybean growing field. The result of the study indicated that the population density of *Pratylenchus thornei* and *P. neglectus* at depths of 10-20 cm soil was lower than the density at depths of 20-30 cm in growing soil chickpea (Table 1, 2, 3, and 4). In other words, when depths started to increase from 10 to 30 cm population density of this nematode species increased showing a positive correlation with population



densities of root-lesion nematodes (*P. thornei* and *P. neglectus*) ( $P < 0.001$ ). The highest population densities of root lesion nematodes (*Pratylenchus thornei* and *P. neglectus*) on chickpea were concentrated at soil depths 20-30 cm (Figure 1-2).

Table 1. ANOVA summary for the vertical distribution of *Pratylenchus thornei* nematode in both sites during 2015 to 2017 years.

*Çizelge 1. 2015-2017 yılları arasında her iki bölgedeki Pratylenchus thornei nematodunun dikey dağılımı için ANOVA özeti.*

Source of variation	d.f.	s.s	m.s	v.r	F pr
Site.Reps stratum					
Site	1	2674.	2674.	0.27	0.622
Residual	6	59486.	9914.	7.41	
<b>Site.Reps.*Units* stratum</b>					
Time	3	1856044.	618681.	462.57	<.001
Depth	1	51680.	51680.	38.64	<.001
Sp	2	1847913.	923956.	690.82	<.001
Site.Time	3	19093.	6364.	4.76	0.003
Site.Depth	1	2626.	2626.	1.96	0.162
Time.Deoth	3	786.	262.	0.20	0.899
Site.Sp	2	16763.	8382.	6.27	0.002
Time.Sp	6	494253.	82376.	61.59	<.001
Depth.Sp	2	502.	251.	0.19	0.829
Sp.line	9	312163.	34685.	25.93	<.001
Site.Time.Depth	3	401.	134.	0.10	0.960
Site.Time.sp	6	4034.	672.	0.50	0.807
Site.Depth.Sp	2	916.	458.	0.34	0.710
Time.Depth.Sp	6	1670.	278.	0.21	0.974
Site.Sp.Line	9	14552.	1617.	1.21	0.287
Time.Sp.Line	27	246488.	9129.	6.83	<.001
Depth.Sp.Line	9	3274.	364.	0.27	0.982
Site.Time.Depth.Sp	6	248.	41.	0.03	1.000
Site.Time.Sp.Line	27	41179.	1525.	1.14	0.286
Site.Depth.Sp.Line	9	908.	101.	0.08	1.000
Time.Depth.Sp.Line	27	3237.	120.	0.09	1.000
Site.Time.Depth.Sp.Line	27	4001.	148.	0.11	1.000
Residual	568	759686.	1337		
Total	765	5738434			

\* df: contains degree of freedom which are measure of how much information is contained in each variance;  
 s.s: Means squares, which are calculated by multiplying the mean square and degree of freedom in the same row;  
 ms (Means squares): The variance between treatment;  
 v.r: The ratio of the between treatment variance to the within treatment variance;  
 F pr or P value: Significance value  $P < 0.001$ .

Table 2. Modification of the number of *Pratylenchus thornei* nematode at a depth of 10-20 and 20-30 cm.  
*Çizelge 2. 10-20 ve 20-30 cm derinlikte Pratylenchus thornei nematodu sayısının modifikasyonu.*

Site sample	Time sample	Depth (cm)	
		10-20	20-30
Ankara	Flowering	75	88.8
	Harvest	169.7	180.6
	Poding filling	129	138.3
	sowing	52.3	69.2
Şanlıurfa	Flowering	58.5	75.8
	Harvest	170.4	190
	Poding filling	130.6	151.5
	sowing	36.7	59.6
	LSD	25	

Table 3. ANOVA summary for vertical distribution of *Pratylenchus neglectus* nematode in both sites during 2015 to 2017 years.

Çizelge 3. 2015-2017 yılları arasında her iki bölgedeki *Pratylenchus neglectus* nematodunun dikey dağılımı için ANOVA özeti.

Source of variation	d.f.	s.s	m.s	v.r	F pr
<b>Site.Reps stratum</b>					
Site	1	589.2	589.2	0.56	0.482
Residual	6	6307.4	1051.2	1.49	
<b>Site.Reps.*Units* stratum</b>					
Time	3	418518.0	139506.0	197.62	<.001
Depth	1	146945.9	146945.9	208.16	<.001
Sp	2	46350.3	23175.2	32.83	<.001
Site.Time	3	28358.1	9452.7	13.39	<.001
Site.Depth	1	9.9	9.9	0.01	0.906
Time.Deoth	3	5829.3	1943.1	2.75	0.042
Site.Sp	2	2626.1	1313.0	1.86	0.157
Time.Sp	6	48894.1	8149.0	11.54	<.001
Depth.Sp	2	9118.9	4559.4	6.46	0.002
Sp.line	9	80158.6	8906.5	12.62	<.001
Site.Time.Depth	3	838.7	279.6	0.40	0.756
Site.Time.sp	6	1112.5	185.4	0.26	0.954
Site.Depth.Sp	2	3867.8	1933.9	2.74	0.065
Time.Depth.Sp	6	4018.9	669.8	0.95	0.459
Site.Sp.Line	9	9396.0	1044.0	1.48	0.152
Time.Sp.Line	27	49190.3	1821.9	2.58	<.001
Depth.Sp.Line	9	4612.3	512.5	0.73	0.685
Site.Time.Depth.Sp	6	2767.2	461.2	0.65	0.687
Site.Time.Sp.Line	27	27666.1	1024.7	1.45	0.067
Site.Depth.Sp.Line	9	5298.0	588.7	0.83	0.585
Time.Depth.Sp.Line	27	9376.6	347.3	0.49	0.986
Site.Time.Depth.Sp.Line	27	6346.0	235.0	0.33	0.999
Residual	569	401677.1	705.9		
Total	766	1318108.4			

\* df: contains degree of freedom which are measure of how much information is contained in each variance;

s.s: Means squares, which are calculated by multiplying the mean square and degree of freedom in the same row;

ms (Means squares): The variance between treatment;

v.r: The ratio of the between treatment variance to the within treatment variance;

F pr or P value: Significance value  $P < 0.001$ .

\*p-value: (typically  $\leq .001$ ) indicates strong evidence against the null hypothesis, so you reject the null hypothesis. A large p-value ( $>.001$ ) indicates weak evidence against the null hypothesis, so you fail to reject the null hypothesis

Table 4. Modification of the number of *Pratylenchus neglectus* nematode at a depth of 10-20 and 20-30 cm.

Çizelge 4. 10-20 ve 20-30 cm derinlikte *Pratylenchus neglectus* nematodu sayısının modifikasyonu.

Site sample	Time sample	Depth (cm)	
		10-20	20-30
Ankara	Flowering	40.42	63.75
	Harvest	75.83	110.42
	Pod filling	35.46	83.54
	sowing	56.67	60.42
Şanlıurfa	Flowering	33.54	53.75
	Harvest	88.33	124.58
	Pod filling	25.00	101.25
	sowing	67.60	46.46

The analysis of the data indicated that there was a significant difference between the population density of *D. dipsaci* at the depth of 10-20 and 20-30 cm of soil (Table 5), whereas the population density of distribution of *D. dipsaci* nematode in the soil in an *Ditylenchus dipsaci* was more concentrated at below

15 cm soil depths (Figure 3, Table 6). The vertical infested chickpea plot was a marked increase in numbers of *D. dipsaci* at the surface upper 5 cm (10-20 cm) (Figure 3).

Similarly, Wallace (1962) reported that numbers of *D. dipsaci* nematode in the soil in an infested oat plot

were increased at the surface 10-20 cm during the rainy season. *D. dipsaci* was more abundant between 10-20 cm (Figure 3), while lesion nematodes (*Pratylenchus thornei* and *P. neglectus*) were more numerous between 20 and 30 cm (Figure 1 and 2).

Vertical distribution of nematodes is regulated by the development and growth of plant root system, thus, the highest population of them found in depths where the maximum root densities occur.

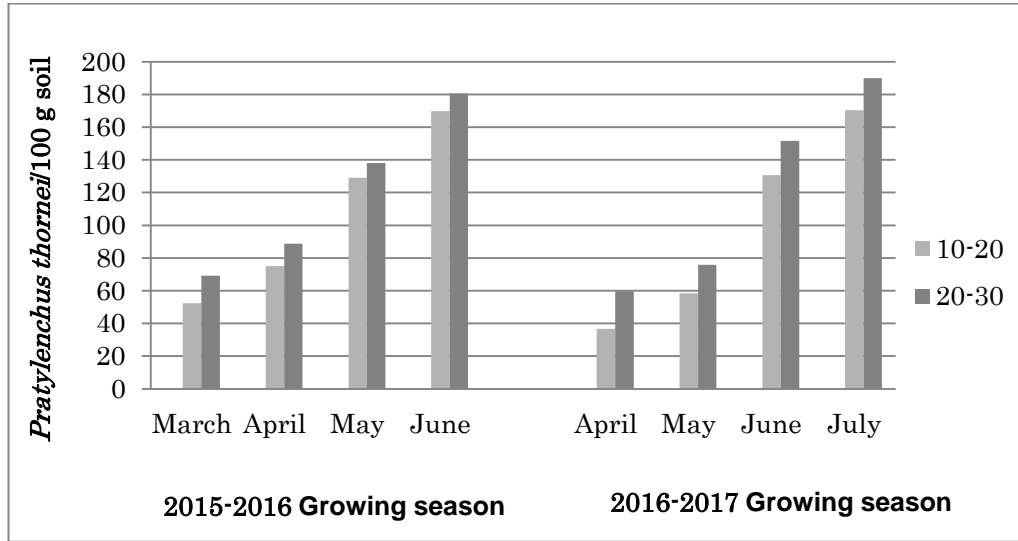


Figure 1. Distribution population density of *Pratylenchus thornei* at two different depths in Ankara and Sanliurfa province.

Şekil 1. *Pratylenchus thornei*'nin Ankara ve Şanlıurfa ilinde iki farklı derinlikteki dağılım nüfus yoğunluğu

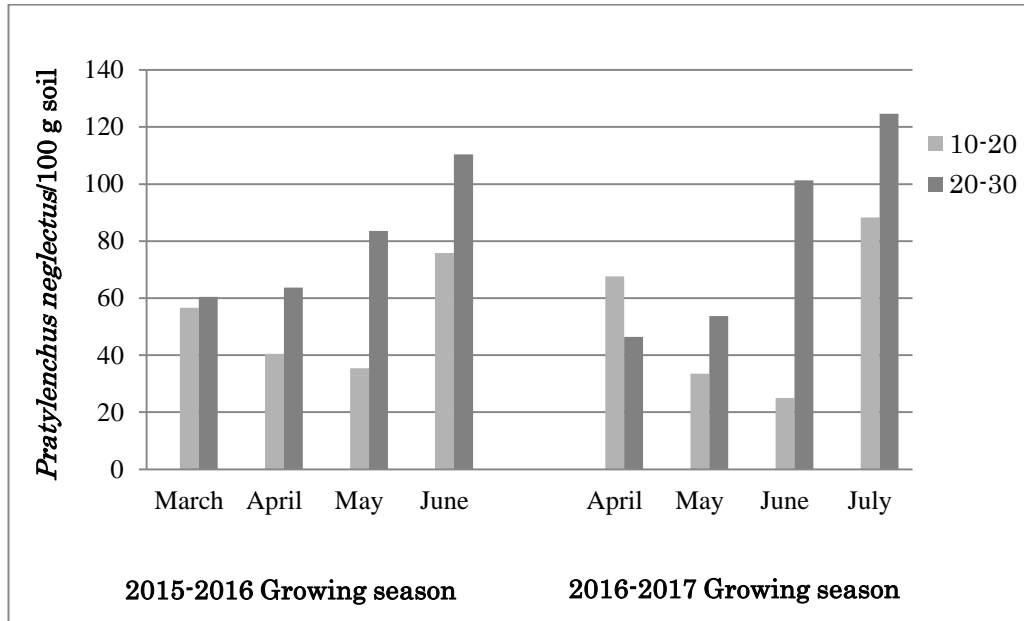


Figure 2. Distribution population density of *Pratylenchus neglectus* at two different depths in Ankara and Sanliurfa province.

Şekil 2. *Pratylenchus neglectus*'un Ankara ve Şanlıurfa ilinde iki farklı derinlikteki dağılım nüfus yoğunluğu.

There seems to be a number of reasons why nematodes differ in their vertical distribution. It has been suggested that nematode populations are related to root distribution (Yeates, 1980; Brodie, 1976) but even for migratory and endoparasitic nematodes this relationship does not always apply (Froge and MacGuidwin 1998). However, there are many other factors affecting the vertical distribution of nematode

in soil (Boag, 1981). Davis et al (1994) reported that the population density of *Helicotylenchus* spp. was more abundant in the upper 2.5 cm of the soil profile. A study carried out by (Yeates et al., 1983) has shown that population density of root-lesion nematodes (*Pratylenchus neglectus* and *P. penetrans*) was found in a deeper soil profile than other nematode species. Thompson (1990) indicated that the majority of population density of *P. thornei* was observed

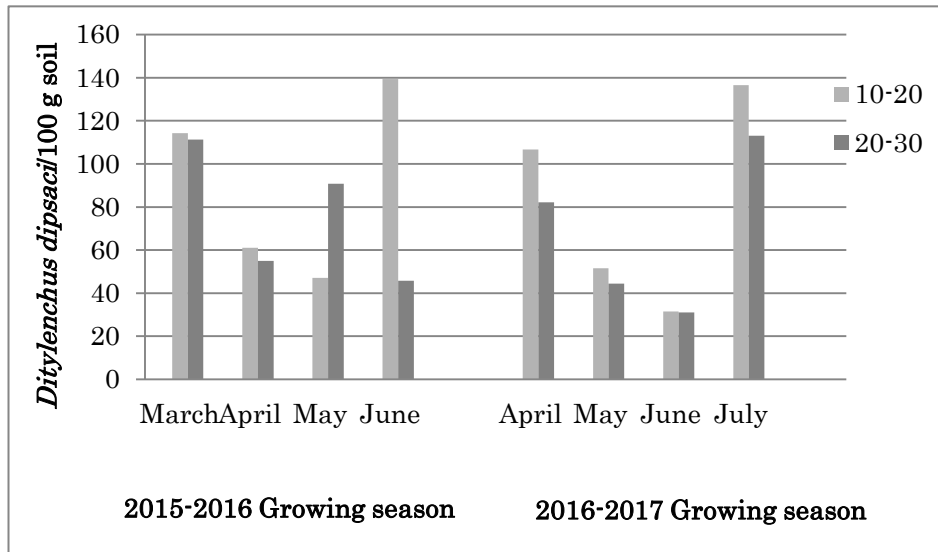


Figure 3. Distribution population density of *Ditylenchus dipsaci* at two different depths in Ankara and Sanliurfa province.

Şekil 3. *Ditylenchus dipsaci*'nin Ankara ve Şanlıurfa ilinde iki farklı derinlikteki dağılım nüfus yoğunluğu.

Table 5. ANOVA summary for vertical distribution of *Ditylenchus dipsaci* nematode in both sites during 2015 to 2017 years.

Çizelge 5. *Ditylenchus dipsaci* nematodunun 2015-2017 yılları arasında her iki bölgedeki dikey dağılımı için ANOVA özeti.

Source of variation ( <i>Variyasyon kaynağı</i> )	d.f.	s.s	m.s	v.r	F pr
<b>Site.Reps stratum</b>					
Site	1	13730.2	13730.2	1.36	0.287
Residual	6	60464.7	10077.4	11.58	
<b>Site.Reps.*Units* stratum</b>					
Time	3	919685.7	306561.9	352.34	<.001
Depth	1	39168.0	39168.0	45.02	<.001
Sp	2	465236.3	232618.2	267.36	<.001
Site.Time	3	5448.4	1816.1	2.09	0.101
Site.Depth	1	28.2	28.2	0.03	0.857
Time.Deoth	3	22379.0	7459.7	8.57	<.001
Site.Sp	2	23797.5	11898.7	13.68	<.001
Time.Sp	6	262753.4	43792.2	50.33	<.001
Depth.Sp	2	16671.9	8336.0	9.58	<.001
Sp.line	9	109212.8	12134.8	13.95	<.001
Site.Time.Depth	3	257.7	85.9	0.10	0.961
Site.Time.sp	6	23184.3	3864.1	4.44	<.001
Site.Depth.Sp	2	2064.9	1032.5	1.19	0.306
Time.Depth.Sp	6	15503.2	2583.9	2.97	0.007
Site.Sp.Line	9	13291.9	1476.9	1.70	0.086
Time.Sp.Line	27	147107.9	5448.4	6.26	<.001
Depth.Sp.Line	9	13561.1	1506.8	1.73	0.079
Site.Time.Depth.Sp	6	1578.5	263.1	0.30	0.936
Site.Time.Sp.Line	27	49815.7	1845.0	2.12	<.001
Site.Depth.Sp.Line	9	2330.8	259.0	0.30	0.975
Time.Depth.Sp.Line	27	27918.2	1034.0	1.19	0.236
Site.Time.Depth.Sp.Line	27	4291.3	158.9	0.18	1.000
Residual	566	492456.8	870.1		
Total	763	2729841.2			

\* df: contains degree of freedom which are measure of how much information is contained in each variance;  
 s.s: Means squares, which are calculated by multiplying the mean square and degree of freedom in the same row;  
 ms (Means squares): The variance between treatment;  
 v.r: The ratio of the between treatment variance to the within treatment variance;  
 F pr or P value: Significance value  $P < 0.001$ .



Table 6. Modification of the number of *Ditylenchus dipsaci* nematode at a depth of 10-20 and 20-30 cm.

*Çizelge 6. 10-20 ve 20-30 cm derinlikte Ditylenchus dipsaci nematod sayısının modifikasyonu.*

Site sample	Time sample	Depth (cm)	
		10-20	20-30
Ankara	Flowering	61.0	55.0
	Harvest	139.3	45.8
	Podding filling	47.1	90.8
	sowing	114.2	111.3
Şanlıurfa	Flowering	51.5	44.4
	Harvest	136.6	113.1
	Podding filling	31.5	31.0
	sowing	106.7	82.1

between 15 and 60 cm in the black clay soils of Queensland and the grey cracking clay in Victoria but nematodes were still found to a depth of 90 cm. The variations in the vertical distribution of the different feeding groups of nematodes are to some extent caused by differences in the vertical distribution of their food sources (Ferris and McKenry, 1976; Ingham et al., 1985). In another study, Mensorley and Dickson (1990) indicated that the highest population density of nematode occurred in the top 15-20 cm of the soil profile and thus accept to be the most common sampling depth. However different factors can affect the vertical distribution of nematodes for example nematodes population is lower where food sources and oxygen decrease (Sohlenius and Sandor, 1987). Also, the vertical distribution of nematodes at various depths can change because of other abiotic factors over several years (Ferris and McKenry, 1974; Yeatest et al., 1983). However, the vertical distribution of nematodes can also be different because of nematode species (Davis et al., 1994). Analysis of variance data indicated that there were significant differences at all levels of organization: species, depth, time of sowing, collection sites within species, and accessions within collection sites within species  $P < 0.001$ . The responses to *P. thornei* and *P. neglectus* were affected by species differences between *C. echinospermum* and *C. reticulatum* that become even more important in this study where these comparisons were more balanced.

It was noted that this was at odds with the consistent results coming from the field study of nematode population dynamics. However, because there was still significant remaining variation between collection sites within a depth of sampling at 10 and 20 cm for responses to root-lesion nematodes.

The depth of sampling level responses to *P. thornei* was much greater, which means the population density of nematode was increased when the depth of sampling increased from 10 cm to 20 cm.

Further, the results indicated that the response of different varieties to nematodes was different and there was a significant difference observed between *Cicer* species to nematode species ( $P < 0.001$ ) (Table 1,

3 and 5). Where the development population density of root-lesion and *D. dipsaci* nematodes at domesticated sp. (*C. arietinum*) was higher than wild *Cicer* sp. plots (*C. reticulatum* and *C. echinospermum*).

## CONCLUSION

Findings of the study, after comparison of plant-parasitic species and the depth distribution patterns revealed some separation of community members by depth. Although the vertical distribution of the nematodes is different because of their food sources and host crop, the information provided by this research will be useful for sampling these nematodes under chickpea growing areas. Differences in the vertical distribution of lesion nematodes and *D. dipsaci* nematodes not only in chickpea growing areas also for other nematode species that provide a large amount of information is of big interest. In conclusion, the data presented here suggested that the best sampling depth under the chickpea for *Pratylenchus* genus was found in the top layer 20-30 cm, whereas for *D. dipcaci* was at 10-20 cm depth.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was financially supported by the Grains Research and Development Corporation (GRDC) as part of the Australian Coordinated Chickpea Improvement Program (ACCIP).

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

TB designed the study, conducted the experiments, and prepared the manuscript. IHE and EBKU provided technical guidance, and critically revised the manuscript for intellectual content. All authors read and approved the final manuscript.

## REFERENCES

- Barker KR, Campbell CL 1981. Sampling nematode population, pp. 451-474 in B. M. Zuckerman and R. A. Rohde, eds. Plant parasitic nematodes,

- vol.3.New York: Academic Press.
- Behmand T, Elekcioglu NZ, Berger J, Elekcioglu IH 2019. Determination of plant-parasitic nematodes associated with chickpea in Turkey. Turkish Journal of Entomology, 43 (4): 357-366. Doi.org/10.16970/entoted.578081
- Boag B 1981. Observation on the population dynamic and vertical distribution of trichorid nematodes in a Scottish forest nursery. Annals of Applied Biology 98: 463-469. Doi.org/10.1111/j.1744-7348.1981.tb00778.x
- Brodie BB 1976. Vertical distribution of three nematode species in relation to certain soil properties. Journal of Nematology. 8:243-247
- Bouyoucos GJ 1936. Direction for making mechanical analyses of soil by the hydrometer method. Soil Science 42: 225-229. DOI: 10.1097/00010694-193609000-00007
- Davis RF, Wilkinson HT, Noel GR 1994. Vertical distribution of three nematodes genera in a bentgrass putting green in central Illinois. Journal of Nematology 26: 518-521.
- Dunn RA 1984. Turf nematode management. pp. II-A-1- II-A-8. In: Cooperative Extension Service, Entomology and Nematology Department, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Nematode Control Guide, Gainesville, Florida.
- FAO 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Data. (Web page: www.fao.org/faostat) (Date accessed: 24 April 2019)
- Ferris H, McKenry MV 1976. Nematode community structure in a vineyard soil, Journal of Nematology 8:131-137.
- Ferris H, McKenry MV 1974. Seasonal fluctuation in the spatial distribution of nematodes population in a Californian vineyard. Journal of Nematology 6: 203-210.
- Froge TA, MacGuidwin AE 1998. Effect of water potential and temperature on survival of nematode meloidogyne hapla in frozen soil. Canadian journal of Zoology 70: 1553-1560.
- Handoo ZA, Golden MA 1989. A key and diagnostic compendium to the species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (lesion nematodes). Journal of Nematology, 21: 202-218
- Hooper DJ 1986. "Extraction of Free-Living Stages from Soil, 5-30". In: Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes (Ed. J. F. Southey). Ministry of Agriculture, Fisheries, and Food Technology, Reference Book 402, Her Majesty's Stationary Office, London, UK, 629 pp
- Hijink MJ, Kuiper k 1966. Waarneming over the vertical verdeling van aaltjes in de grond. Mededelingen Rijksfaculteit Landbouwwetenschappen Gent 31:558-571. Doi.org/10.1111/jeb.13123
- Ingham RE, Anderson RV, Gould WD, Coleman DC 1985. Vertical distribution of nematodes in a short grass prairie. Pedobiologia 28:155-160.
- Lazarova SS, Goede de, Peneva rgm V.K, Bongers T 2004. Spatial patterns of variation in the composition and structure of nematode communities in relation to different microhabitats: a case study of *Quercus dalechampii* Ten forest. Soil Biology and Biochemistry 36: 710-712. DOI: 10.1016/j.soilbio.2004.01.005
- Lehman PS 1980. Procedures for collecting and submitting samples to determine if nematodes are causing plant problem. Nematology Circular No.61, Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Gainesville.
- Liang W, Lavian I, Steinberger Y 1999. Dynamics of nematode community composition in a potato field. Pedobiologia. 43:459-469. [Google Scholar]
- Lo'pez-Fando C, Bello A 1995. Variability in soil nematode populations due to tillage and crop rotation in semi-arid Mediterranean agrosystems. Soil Till. Res. 36: 59-72.
- Marissônia de AN, Marcelo FF, Maria de FSM, Elvira MRP, Mayara CA, Leila CSC 2020. Soil abiotic factors associated with Meloidogyne spp. and Pratylenchus spp. populations in sugarcane. Journal of Nematology 23:125-137. Doi.org/10.1163/15685411-bja10033
- Mesorley R 1987. Extraction of nematodes and sampling method. Pp.13-47 in R. H. Brown and B. R. Kerry, eds. Principles and practice of nematode control in crops. New York: Academic Press.
- Mesorley R, Dickson DW 1990. Vertical distribution of plant parasitic nematodes in sandy soil under maize. Plant and Soil 123:95-100. DOI.org/10.1007/BF00009931
- Norton DC 1978. Ecology of plant parasitic nematodes. New York: John Wiley and Sons.
- Pitcher RS 1975. Factors influencing the movement of nematodes in soil. Pp. 389-407 in F. Lamberti, C. E. Taylor, and J. W. Seinhorst, eds. Nematode vectors of plant viruses, Vol. 2. New York: Plenum Press.
- Reen RA, Thompson JP, Clewett TG, Sheedy JG, Bell KL 2014. Yield response in chickpea cultivars and wheat following crop rotations affecting population densities of *Pratylenchus thornei* and arbuscular mycorrhizal fungi. Crop and Pasture Science, 65(5):428-441. Doi.org/10.1071/CP13441.
- Rickard DA, Barker KR 1982. Nematode assay and advisory services. Pp.8-20 in R. D. Riggs, ed. Nematology in the southern region of the United States. Southern cooperative Series Bulletin 276, Arkansas Agriculture Experiment station, Fayetteville.
- Robertson WK, Hammond LC, Johnson JT, Prine GM 1979. Root distribution of corn, soybeans, peanuts, sorghum, and tobacco in fine sands. Soil and Crop

- Science Society of Florida proceedings 38:54-59.
- Sinclair JB 1982. Compendium of soybean diseases. St. Paul: The American Phytopathological Society Press.
- Sohlenious B, Sandor A 1987. Vertical distribution of nematodes in arable soil under grass (*Festuca pratensis*) and barley (*Hordeum disticum*). *Biology and fertility of soils*, 3:19-25.
- Subbotin SA, Madani M, Krall E, Sturhan D, Moens M 2005. Molecular diagnosis, taxonomy, and phylogeny of the stem nematode *Ditylenchus dipsaci* species complex based on the sequences of the internal transcribed spacer-rDNA. *Phytopathology*, 95, 1308–1315.
- Thompson JP 1990. Treatments to eliminate root lesion nematodes (*Pratylenchus thornei* Sher & Allen) from a vertis. *Nematologica* 36:123-127.
- Thompson JP, Greco N, Eastwood R, Sharma SB, Scurrah M 2000. Integrated Control of Nematodes of Cool Season Food Legumes. In: Knight R. (eds) *Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century*. *Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture*, vol 34. Springer, Dordrecht. Doi.org/10.1007/978-94-011-4385-1-45
- Wallace HR 1962. Observations on the behavior of *Ditylenchus dipsaci* in soil. *Nematologica*, 7: 91-101. Doi.org/10.1163/187529262X00792
- Wu J, Jelinski DE, Luck M, Tueller PT 2000. Multiscale analysis of landscape heterogeneity: Scale variance and pattern metrics. *Geographical Information Systems* 6: 6–19. DOI: 10.1080/10824000009480529
- Yeates GW, Hawke MF, Rijkse WC 2000. Changes in soil fauna and soil conditions under *Pinus radiata* agroforestry regimes during a 25-year tree rotation. *Biology and Fertility of Soils* 31, 391–406
- Yeates GW, Stannard Ruth E, Barker GM 1983. Vertical distribution of nematode populations in Horotiu soils. *New Zealand Soil Bureau Scientific Report* 60.14 p.
- Yeates GW 1980. Populations of nematode genera in soils under pasture: III. Vertical distribution at eleven sites. *N. Zeal. J. Agric. Res* 23:117–128. Doi.org/10.1080/00288233.1978.10427417.

## Contributions of the Cicadellidae (Hemiptera: Cicadomorpha) Fauna of Sinop and Black Sea Region of Turkey

Rukiye TANYERİ<sup>1</sup>, Ünal ZEYBEKOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Faculty of Arts and Science, Sinop University, Sinop, Turkey, <sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Arts and Science, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9994-8783>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-1646-5999>

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

### ABSTRACT

In this study, Cicadellidae (Hemiptera: Cicadomorpha) specimens collected from Sinop and its surrounding in 2016-2018 were evaluated. Overall, 27 species belonging to 7 subfamilies were identified from the study area. Number of specimens, localities and distribution of species in Turkey are given. Of the identified species, 11 are the first records for the local fauna of Sinop and 5 for the Black Sea Region of Turkey.

### Research Article

### Article History

Received : 25.01.2021  
Accepted : 18.03.2021

### Keywords

Sinop  
Turkey  
Cicadellidae fauna  
Black-Sea Region

## Sinop ili ve Karadeniz Bölgesi (Türkiye) Cicadellidae (Hemiptera: Cicadomorpha) Faunasına Katkılar

### ÖZET

Bu çalışmada, 2016-2018 yıllarında Sinop ve çevresinden toplanan Cicadellidae (Hemiptera: Cicadomorpha) örnekleri değerlendirilmiştir. Çalışma alanından 7 subfamilyaya ait 27 tür tespit edilmiştir. Bölgede dağılım gösteren türlerin toplandığı lokaliteler, örnek sayısı ve Türkiye'deki dağılımları verilmiştir. Tespit edilen türlerden 11'i Sinop ili lokal faunası için, 5'i de Karadeniz Bölgesi için ilk kayıt niteliğindedir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 25.01.2021  
Kabul Tarihi : 18.03.2021

### Anahtar Kelimeler

Sinop  
Türkiye  
Cicadellidae Fauna  
Karadeniz Bölgesi

**To Cite :** Tanyeri R, Zeybekoğlu Ü 2022. Contributions of the Cicadellidae (Hemiptera: Cicadomorpha) Fauna of Sinop and Black Sea Region of Turkey. KSU J. Agric Nat 25 (2): 292-296. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.867855.

### INTRODUCTION

Cicadellidae is the largest family in the order Hemiptera, with approximately 20000 species defined in more than 40 subfamilies (Abdollahi et al., 2015). They distributed in around the world from tropical rainforests to arctic tundra. They can feed on almost all vascular plants. Most Cicadellidae species feed on phloem and can cause direct or indirect damage to plant tissues. The most important form of indirect damage is caused by phytoplasms. Most of the phytoplasma vectors known among insects are members of Cicadellidae and therefore they have economic importance (Dietrich, 2013).

Fauna of Cicadomorpha group in Turkey includes 510 species belonging to 6 families. (Demir, 2019; Tulum, 2012). These families are; Aphrophoridae, Cercopidae, Cicadidae, Cicadellidae, Membracidae and Tibicinidae (Önder et al., 2011). Current literature and recent new records of Turkey Cicadellidae fauna consists of 476 species (Demir,

2006a, 2006c, 2006d, Karavin et al., 2011).

Despite the economic importance and diversity studies for the Cicadellidae family in Turkey, overall studies are not at the desired level. Objective of the current study was to presents some contributions to Cicadellidae fauna for the region and Turkey.

### MATERIAL and METHOD

The studied material was collected by sweeping net and a hand aspirator over the plants during the daytime between May 2016 and October 2018 from different localities in Sinop and surroundings. The collected samples were taken into insect killing jars, labeled and brought to the laboratory and placed in insect storage packages. Collected specimens were dissected according to the methods of Bittner and Remane (1977), the genital capsule of males were separated from the body with the help of a dissecting needle. In the genital capsule, genital structures which have taxonomically reliable characteristics,



aedeagus, stylus, connective, pygofer, genital plate, anal tube in males and pregenital sternite VII in females, were separated. From the materials prepared, shape, size, structure, color, patterning and features of the genital structures were examined and they were identified by being compared with diagnosed museum materials and literature.

Specimens were deposited in Sinop University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Invertebrata Laboratory.

## RESULTS

### Subfamily: Agalliinae Kirkaldy, 1901

#### *Anaceratagallia venosa* (Fourcroy, 1785)

Material examined: 12/08/2017: 41° 28' 48.9" 34° 46' 07.5" Sinop (between Durağan-Boyabat), (4♂♂, 7♀♀), 41° 36' 03.5" 34° 51' 28.3" Sinop, Boyabat, (6♂♂, 2♀♀).

Distribution in Turkey: Antalya, Konya (Demir, 2019). New record of Cicadellidae fauna for Sinop and Black Sea Region.

#### *Dryodurgades anatolicus* Dlabola, 1957

Material examined: 12/08/2017: 41° 25' 13.1" 34° 58' 44.2" Sinop (Durağan), (12♂♂, 14♀♀); 41° 36' 03.5" 34° 51' 28.3" Sinop (Boyabat), (12♂♂, 5♀♀).

Distribution in Turkey: Adana, Ankara, Antalya, Konya (Demir, 2006c; Demir, 2007; Demir, 2019). New record of Cicadellidae fauna for Sinop and Black Sea Region.

### Subfamily: Aphrodinae Haupt, 1927

#### *Aphrodes bicinctus* (Schrank, 1776)

Material examined: 01/06/2016: 42° 01' 03.9" 34° 54' 03.7" Sinop, Sarıkum, (7♂♂, 6♀♀); 01.06.2016, 41° 52' 32" 34° 51' 1.2" Sinop, Molla Village (12♂♂, 5♀♀); 07/06/2016: 44° 04' 44.3" 34° 58' 17.1" Sinop, İnceburun, (24♂♂, 14♀♀); 08/06/2017: 41° 46' 20.0" 35° 12' 18.4" Sinop, Gerze, (14♂♂, 9♀♀); 09/06/2017: 41° 59' 41.7" 34° 54' 00.2" Sinop, Ayancık, (2♂♂, 2♀♀).

Distribution in Turkey: Adana, Afyon, Ankara, Antalya, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Diyarbakır, Edirne, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Gaziantep, Gümüşhane, Giresun, Hakkari, İstanbul, İzmir, Kars, Kırklareli, Konya, Kütahya, Manisa, Muğla, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tekirdağ, Tokat, Trabzon, Uşak, Van, Zonguldak (Demir, 2008).

#### *Aphrodes makarovi* Zachvatkin, 1948

Material examined: 18/06/2016: 42° 00' 50.5" 34° 56' 906" Sinop, Abalı Village, (11♂♂, 6♀♀), 24/06/2016: 42° 01' 25.6" 35° 11' 05.9" Sinop, Nisi pond, (8♂♂, 6♀♀); 08/06/2017: 42° 01' 21.6" 35° 12' 06.8" Sinop, Erfelek (4♂♂, 6♀♀).

Distribution in Turkey: Adana, Ankara, Antalya, Balıkesir, Erzincan, Konya (Başpınar and Uygun, 1991; Demir, 2008; Demir, 2019; Demir & Demirsoy,

2016). New record of Cicadellidae fauna for Sinop.

### Subfamily: Cicadellinae Latreille, 1825

#### *Cicadella viridis* (Linnaeus, 1758)

Material examined: 31/05/2016: 41° 53' 07.9" 34° 33' 52.6" Sinop, Tevfikiye (8♂♂, 6♀♀);

30/07/2017: 41° 41' 58.1" 34° 35' 42.1" , Sinop, Akgöl (4♂♂, 6♀♀).

Distribution in Turkey: Amasya, Artvin, Balıkesir, Bartın, Bolu, Bursa, Çanakkale, Diyarbakır, Edirne, Erzincan, Erzurum, Iğdır, İstanbul, İzmir, Kars, Kırklareli, Manisa, Mardin, Muğla, Samsun, Tekirdağ (Lodos & Kalkandelen 1983; Toper Kaygın et al., 2008) New record of Cicadellidae fauna for Sinop.

### Subfamily: Deltocephalinae Fieber, 1869

#### *Allygidius (Allygidius) atomarius* (Fabricius, 1794)

Material examined: 09/06/2017: 42° 00' 52.1" 34° 58' 24.4" Sinop, Abalı Village (4♂♂, 6♀♀).

Distribution in Turkey: Bursa, Çanakkale, İstanbul, İzmir, Muğla, Sakarya, Samsun, Sinop, Tekirdağ (Zeybekoğlu, 1998).

#### *Artianus interstitialis* (Germar, 1821)

Material examined: 06/08/2017: 41° 49' 54.0" 35° 05' 21.1" Sinop, Boyabat (5♂♂, 9♀♀).

Distribution in Turkey: Bursa, Erzurum (Önder et al., 2011). New record of Cicadellidae fauna for Sinop and Black Sea Region.

#### *Euscelis lineolatus* Brullé, 1832

Material examined: 18/06/2016: 42° 00' 50.5" 34° 56' 906" Sinop, Abalı location, (8♂♂); 06/06/2016: 42° 01' 03.9" 34° 54' 03.1" Sinop, Sarıkum (9♂♂, 6♀♀); 07/06/2017: 44° 04' 44.3" 34° 58' 17.1" Sinop, İnceburun (7♂♂).

Distribution in Turkey: Ankara, Amasya, Artvin, Balıkesir, Bursa, İstanbul, İzmir, Kırıkkale, Kırklareli, Kırşehir, Konya, Malatya, Manisa, Niğde, Uşak, Giresun, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon (Zeybekoğlu, 1998; Önder et al., 2011).

#### *Fieberiella florii* (Stal, 1864)

Material examined: 18/06/2016: 42° 00' 50.5" 34° 56' 906" Sinop, Abalı, (2♂♂); 06/08/2017: 41° 49' 54.0" 35° 05' 21.1" Sinop, Boyabat (2♂♂, 6♀♀); 12/08/2017: 41° 25' 13.1" 34° 58' 44.2" Sinop, Durağan (3♂♂).

Distribution in Turkey: Amasya, Ankara, Aydın, Diyarbakır, Elazığ, Giresun, İzmir, Kocaeli, Manisa, Mardin, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon (Zeybekoğlu, 1998; Özgen and Karsavuran, 2009; Zeybekoğlu et al., 2015).

#### *Goniagnathus brevis* (Herrich-Schäffer, 1835)

Material examined: 07/06/2016: 42° 03' 22.8" 34° 59' 03.7" Sinop, İnceburun, (7♂♂, 5♀♀).

Distribution in Turkey: Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Burdur, Diyarbakır, Edirne, Erzincan, Manisa, Mardin, Niğde, Samsun, Sinop, Tokat (Zeybekoğlu, 1998; Önder et al., 2011; Demir, 2006c; Demir and Demirsoy, 2016).

***Grypotes puncticollis* (Herrich-Schäffer, 1834)**

Material examined: 17/08/2017: 41° 46' 17.8" 35° 12' 20.4" Sinop, Gerze (3♂♂, 2♀♀).

Distribution in Turkey: Amasya, Ankara, Aydın, Balıkesir, Çankırı, İstanbul, Ordu, Samsun, Sinop, Ordu (Zeybekoğlu, 1998; Önder et al., 2011; Zeybekoğlu et al., 2015).

***Handianus ignoscus* (Melichar, 1896)**

Material examined: 12/08/2017: 41° 36' 03.5" 34° 51' 28.3" Sinop, Boyabat (4♂♂, 2♀♀).

Distribution in Turkey: Ankara, Erzincan (Önder et al., 2011; Demir and Demirsoy, 2008). New record of Cicadellidae fauna for Sinop and Black Sea Region.

***Idiodonus cruentatus* (Panzer, 1799)**

Material examined: 30/07/2017: 41° 41' 58.1" 34° 35' 42.1" Sinop, Akgöl (8♂♂, 6♀♀).

Distribution in Turkey: Amasya, Manisa, Mardin, Ordu, Samsun (Önder et al., 2011). New record of Cicadellidae fauna for Sinop.

***Macrosteles sexnotatus* (Fallen, 1806)**

Material examined: 18/06/2016: 42° 00' 50.5" 34° 56' 90.6" Sinop, Abalı, (24♂♂, 21♀♀).

Distribution in Turkey: Adana, Adıyaman, Ağrı, Amasya, Ankara, Artvin, Aydın, Bolu, Bursa, Çankırı, Diyarbakır, Düzce, Erzurum, Erzincan, Giresun, Hakkari, İçel, İzmir, Karaman, Kocaeli, Konya, Nevşehir, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Trabzon, Tokat, Van (Önder et al., 2011; Zeybekoğlu et al., 2015; Demir and Demirsoy, 2016).

***Platymetopius (Platymetopius) major* (Kirschbaum, 1868)**

Material examined: 12/08/2017: 41° 25' 13.1" 34° 58' 44.2" Sinop, Durağan (4♂♂).

Distribution in Turkey: Amasya, Bursa, İzmit, Sakarya, Samsun, Sinop, Giresun (Zeybekoğlu, 1998; Önder et al., 2011).

***Selenocephalus griseus* (Germar, 1833)**

Material examined: 30/07/2017: 41° 38' 30.8" 34° 36' 42.7" Sinop, Boyabat (12♂♂, 5♀♀); 01/08/2017: 42° 01' 21.8" 35° 12' 06.7" Sinop, Boztepe (8♂♂, 6♀♀); 01/08/2017: 41° 52' 23.8" 34° 51' 57.0" Sinop, Erfelek (7♂♂, 6♀♀).

Distribution in Turkey: Adana, Amasya, Ankara, Balıkesir, Bilecik, Bolu, Bursa, Çanakkale, Çankırı, Edirne, Eskişehir, Elazığ, İstanbul, İzmir, Kırklareli, Kocaeli, Kütahya, Malatya, Ordu, Samsun, Sinop, Sivas, Tekirdağ, Tokat, Zonguldak (Lodos and Kalkandelen, 1987; Zeybekoğlu, 1998; Özgen and

Karsavuran 2009).

***Selenocephalus stenopterus* Signoret, 1880**

Material examined: 14/07/2017: 42° 03' 04.8" 35° 02' 25.6" Sinop, Hamsilos (6♂♂, 6♀♀);

12/08/2017: 41° 36' 03.5" 34° 51' 28.3" Sinop, Boyabat (14♂♂, 6♀♀); 17/08/2017: 41° 25' 13.1" 34° 58' 44.2" Sinop, Durağan (7♂♂).

Distribution in Turkey: Adana, Amasya, Ankara, Antalya, Aydın, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Giresun, Isparta, İzmir, Kayseri, Kırşehir, Konya, Manisa, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Yozgat (Demir, 2006b; Zeybekoğlu et al., 2015).

***Speudotettix subfuscus* (Fallen, 1806)**

Material examined: 31/05/2017: 41° 53' 07.9" 34° 33' 52.6" Sinop, Tefikiye (5♂♂, 1♀).

Distribution in Turkey: Bolu, Samsun, Sinop (Zeybekoğlu, 1998; Önder et al., 2011).

***Synophropsis lauri* (Horvath, 1897)**

Material examined: 06/08/2017: 41° 49' 54.0" 35° 05' 21.1" Sinop, Boyabat, (6♂♂, 5♀♀); 01/08/2017: 42° 01' 21.5" 35° 12' 06.7" Sinop, Boztepe (4♂♂, 6♀♀); 17/08/2017: 41° 46' 17.8" 35° 12' 20.4" Sinop, Gerze (3♂♂, 2♀♀); 17/08/2017: 41° 46' 02.5" 35° 12' 11.0" Sinop, Gerze (3♂♂).

Distribution in Turkey: Amasya, Ankara, Antalya, Aydın, Hatay, İstanbul, İçel, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon, Yalova (Zeybekoğlu, 1998; Önder et al., 2011; Zeybekoğlu et al., 2015).

***Thamnotettix (Thamnotettix) creticus* Dlabola, 1974**

Material examined: 27/05/2017, 41° 50' 22.0" 35° 03' 02.2" Sinop, Kabalı (10♂♂, 6♀♀); 08/06/2017: 41° 46' 18" 35° 11' 12", Sinop, Taşmanlı (3♂♂, 2♀♀).

Distribution in Turkey: Adana, Amasya, Hatay, Mersin, Samsun, Sinop, Tokat and Osmaniye (Demir, 2006a).

***Thamnotettix (Loepotettix) dilutior* (Kirschbaum, 1868)**

Material examined: 06/06/2016: 42° 03' 04.8" 35° 02' 25.6" Sinop, Hamsilos (1♂); 07/06/2016: 44° 04' 44.3" 34° 58' 17.1" Sinop, İnceburun, (2♂♂).

Distribution in Turkey: Amasya, Çorum, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat and Zonguldak (Demir 2006a).

***Thamnotettix (Loepotettix) exemptus* Melichar, 1896**

Material examined: 18/06/2016: 42° 00' 50.5" 34° 56' 90.6" Sinop, Abalı (7♂♂, 6♀♀).

Distribution in Turkey: Amasya, Hatay, Kastamonu, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat and Osmaniye (Demir, 2006a).

***Thamnotettix (Thamnotettix) thrax* Dlabola, 1965**

Material examined: 18/06/2016: 42° 00' 50.5" 34° 56' 90.6" Sinop, Abalı (14♂♂, 6♀♀); 27/05/2017: 41° 50'

22.0° 35° 03' 02.2" Sinop, Kabalı (4♂♂, 6♀♀); 08/06/2017: 41° 46' 18' 35" 11' 12", Sinop, Taşmanlı (4♂♂, 2♀♀).

**Distribution in Turkey:** Amasya, Bursa, İzmir, Mardin, Ordu, Samsun, Sinop and Tokat (Demir, 2006a; Özgen and Karsavuran, 2009).

***Verdanus bekiri* (Kalkandelen, 1972)**

**Material examined:** 12/08/2017: 41° 36' 03.5" 34° 51' 28.3" Sinop, Boyabat (2♂♂).

**Distribution in Turkey:** Ankara, Çorum, Erzincan, Erzurum, Samsun, Sivas (Önder et al., 2011; Güçlü, 2010; Dede et al., 2017; Demir and Demirsoy, 2016) New record of Cicadellidae fauna for Sinop.

**Subfamily: Hecalinae Distabt, 1908**

***Hecalus glaucescens* (Fieber, 1866)**

**Material examined:** 12/08/2016: 41° 28' 48.9" 34° 46' 07.5" Sinop, Boyabat (3♂♂, 5♀♀).

**Distribution in Turkey:** Adana, Adıyaman, Ankara, Antalya, Diyarbakır, Hatay, İçel, Konya, Malatya, Manisa, Muğla, Siirt (Önder et al., 2011; Demir, 2006c, Demir, 2019). New record of Cicadellidae fauna for Sinop and Black Sea Region.

**Subfamily: Idiocerinae Baker, 1915**

***Populicerus populi* (Linnaeus, 1761)**

**Material examined:** 30/07/2017: 41° 41' 58.1" 34° 35' 42" Sinop, Akgöl (7♂♂, 5♀♀).

**Distribution in Turkey:** Ankara, İzmir, Manisa, Rize (Önder et al., 2011;) New record of Cicadellidae fauna for Sinop.

**Subfamily: Macropsinae Evans, 1915**

***Oncopsis flavicollis* (Linnaeus, 1761)**

**Material examined:** 01/06/2016: 41° 47' 11.1" 34° 59' 54" Sinop, Kabalı Mevkii (7♂♂, 5♀♀).

**Distribution in Turkey:** Adapazarı, Artvin, Bolu, Samsun, Sivas (Önder et al., 2011) New record of Cicadellidae fauna for Sinop.

**DISCUSSION**

There is no comprehensive study on Cicadellidae fauna of Sinop province. Zeybekoğlu (1998) reported 57 species belonging to subfamily Deltocephalinae from Sinop in his study in which he evaluated Deltocephalinae (Cicadellidae) species distributed in the Middle and Black Sea Region of Turkey. Önder et al. (2011) reported 23 species in addition to these 57 species. In the light of this information, it can be said that Sinop Cicadellidae fauna contains 80 species.

In this study, 19 species from Deltocephalinae subfamily were identified. 2 species from Agallinae subfamily, 2 species from Aphrodinae; 1 species each from the Cicadellinae, Hecalinae, Idiocerinae and

Macropsinae subfamilies has been identified. 11 of the identified species; *Anaceratagallia venosa*, *Dryodurgades anaticus*, *Aphrodes makarovi*, *Cicadella viridis*, *Artianus interstitialis*, *Handianus ignoscus*, *Idiodonus cruentatus*, *Verdanus bekiri*, *Hecalus glaucescens*, *Populicerus populi*, *Oncopsis flavicollis* are the first record for the Sinop Cicadellidae fauna. *V. bekiri* is endemic to Turkey. Also, *A. venosa*, *D. anaticus*, *A. interstitialis*, *H. ignoscus* and *H. glaucescens* are the first records for the Black Sea Region of Turkey.

**Contribution of the Authors as Summary**

Authors declares the contribution of the authors is equal.

**Statement of Conflict of Interest**

There is no conflict of interest between the article authors.

**REFERENCES**

- Abdollahi T, Jalalizand A R, Mozaffarian F, Wilson M 2015. A Faunistic Study on The Leafhoppers of Northwestern Iran (Hemiptera, Cicadellidae). *ZooKeys* 496: 27-51.
- Başpınar H, Uygun N 1991. Doğu Akdeniz Bölgesi Turunçgil Bahçelerindeki Cicadellidae Türleri Üzerinde Faunistik ve Sistematik Çalışmalar II. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 15(3): 157-172.
- Bittner C, Remane R 1977. Beitrag zur Kenntnis der Zikadenfauna (Homoptera, Auchenorrhyncha, Cicadina) des Roten Moores/Rhön. *Beitrage zur Naturkunde in Osthessen* 11(12): 141-162.
- Dede O, Karavin M, Çalışkan E 2017. An Investigation on Cicadellidae (Insecta, Hemiptera) Fauna of Boğazköy-Alacahöyük National Park and Its Surrounding, Turkey. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*. 5(XII): 2801- 2805.
- Demir E 2006a. A New Species of *Thamnotettix* Zetterstedt, 1840 (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae) From Turkey. *Journal of the Kansas Entomological Society* 79(3): 283-287.
- Demir E 2006b. Contributions to The Knowledge of Turkish Auchenorrhyncha (Homoptera) with A New Record, *Pentastridius nanus* (Ivanoff, 1885). *Munis Entomolgy and Zoology* 1(1): 97-122.
- Demir E 2006c. Contributions to The Knowledge of Turkish Auchenorrhyncha with Twelve New Records (Homoptera, Cicadellidae). *Munis Entomolgy and Zoology* 1(2): 215-236.
- Demir E 2006d. *Bobacella* (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae): A New Genus Record for Turkey. *Entomological News* 117(4): 455-456.
- Demir E 2007. Auchenorrhyncha (Homoptera) Data From Ankara with Two New Records to Turkey.

- Munis Entomology and Zoology 2(2): 481-492.
- Demir E 2008. The Fulgoromorpha and Cicadomorpha of Turkey. Part I: Mediterranean Region (Hemiptera). Munis Entomology and Zoology 3(1): 447-522.
- Demir E, Demirsoy A 2008. Some Interesting and New Records of Cicadellidae (Insecta: Hemiptera) From Eastern Turkey. Zoology in the Middle East 45(1): 116-117.
- Demir E, Demirsoy A 2016. Preliminary Report on the Cicadomorpha (Hemiptera) Fauna of Kemaliye (Erzincan Province, East Turkey). Acta Entomologica Slovenica 24(1): 35-54.
- Demir E 2019. Biodiversity and Zoogeography of Cicadomorpha (excl. Deltocephalinae) Species From Southwestern Turkey (Insecta: Hemiptera). Munis Entomology and Zoology 14(1): 236-243.
- Dietrich C H 2013. Overview of The Phylogeny, Taxonomy and Diversity of the Leafhopper (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadomorpha: Membracoidea: Cicadellidae) Vectors of Plant Pathogens. In: Chang C-J, Lee C-Y, Hsien-Tzung Shih H-T (eds) Proceedings of the 2013 International Symposium on Insect Vectors and Insect-Borne Diseases, Taichung, Taiwan, ROC. Special Publication of TARI 173: 47-70.
- Güçlü Ş 2010. *Verdanus artvinensis* (Hemiptera: Cicadellidae), A New Leafhopper Species From Northeastern Turkey. Turkish Journal of Zoology 34(1): 45-48.
- Karavin M, Zeybekoğlu Ü, Kartal V 2011. First Record of *Bilusius valiko* Logvinenko, 1974 (Hemiptera, Cicadomorpha, Cicadellidae) From Turkey, With Redescription of the Species. Turkish Journal of Zoology 35(6): 893-895.
- Kaygin A T, Sönmez yildiz H, Ulgentürk S, Ozdemir I 2008. Insect Species Damage on Ornamental Plants and Saplings of Bartın Province and Its Vicinity in the Western Black Sea Region of Turkey. International Journal of Molecular Sciences 9(4): 526-541.
- Lodos N, Kalkandelen A 1983. Preliminary List of Auchenorrhyncha With Notes on Distribution and Importance of Species in Turkey, X. Family Cicadellidae : Xestocephalinae, Stegelytrinae and Cicadellinae. Türkiye Bitki Koruma Dergisi 7(1): 23-28.
- Önder F, Tezcan S, Karsavuran Y, Zeybekoğlu Ü 2011. Türkiye Cicadomorpha, Fulgoromorpha ve Sternorrhyncha Kataloğu, Meta Basım, İzmir, 157sy.
- Özgen İ, Karsavuran Y 2009. The Cicadellidae (Homoptera) Species Which Found at the Vineyards in Diyarbakır, Elazığ and Mardin provinces (Turkey). Türkiye Entomoloji Dergisi 33(3): 217-240.
- Tulum Ö 2012. Dilek Yarımadası Milli Park Alanı (Aydın, Kuşadası, Söke) Deltocephalinae (Insecta, Homoptera, Cicadellidae) Türlerinin Faunistik Yönden İncelenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 65 sy.
- Zeybekoğlu Ü 1998. The Species of Deltocephalinae (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae) Found in the Middle and East Black Sea Regions. Türkiye Entomoloji Dergisi 22(1): 37-45.
- Zeybekoğlu Ü, Karavin M, Akyürek B 2015. Dilek Yarımadası Milli Park Alanı (Aydın) Deltocephalinae (Hemiptera: Cicadellidae) Türleri. Türkiye Entomoloji Bülteni 5(3): 167-177.



## Cytogenetic Analysis of *Alburnus escherichii* (Teleostei: Leuciscidae) in Turkey

Zafer ALPASLAN<sup>1</sup> Atilla ARSLAN<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Natural Applied Sciences, Selçuk University, Konya, Turkey, <sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Selçuk University, Konya, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-4555-0447>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-4766-4969>

✉: [aarslan@selcuk.edu.tr](mailto:aarslan@selcuk.edu.tr)

### ABSTRACT

In this study, cytogenetic properties of *A. escherichii* were investigated using standard Giemsa staining, C-banding, and Ag-NOR staining techniques. The karyotype of Sakarya bleak, the diploid chromosome number was  $2n = 50$ , consists of six pairs of metacentric, 12 pairs of submetacentric, and seven pairs of acrocentric autosomes (NF=86). No morphologically distinguishable heteromorphic sex chromosomes were detected in the karyotype. While most autosomes had centromeric and pericentromeric C-heterochromatin (some chromosomes slightly) blocks, the other autosomal pairs were C-negative. Also, the short arm of the eleventh submetacentric chromosome pair was entirely C-positive. The nucleolar organizer regions were localized in medium-sized submetacentric autosomal pairs. Active NORs associated with the C-heterochromatin were observed in the whole of the short arm of the eleventh chromosome pair, and their active NORs were homomorphic. The banded karyotypes of *A. escherichii* were reported in this study for the first time. Significant findings obtained in this research may contribute to cytotaxonomy of *Alburnus* species in Anatolian and Europe.

### Research Article

#### Makale Tarihiçesi

Received : 08.02.2021

Accepted : 27.05.2021

#### Keywords

*Alburnus*  
Sakarya bleak  
Chromosome  
Karyotype  
C-band

## Türkiye'deki *Alburnus escherichii*'nin (Teleostei: Leuciscidae) Sitogenetik Analizi

### ÖZET

Bu çalışmada *A. escherichii*'nin sitogenetik özellikleri, standart Giemsa boyama, C-bantlama ve Ag-NOR boyama teknikleri kullanılarak araştırılmıştır. Diploid kromozom sayısı  $2n = 50$  olan Sakarya İnci balığının karyotipi altı çift metasentrik, 12 çift submetasentrik ve yedi çift akrosentrik otozomdan (NF = 86) oluşmaktadır. Karyotipte morfolojik olarak ayırt edilebilir heteromorfik cinsiyet kromozomu tespit edilmedi. Çoğu otozom, sentromerik ve perisentromerik C-heterokromatin (bazı kromozomlar hafif) bloklarına sahipken, diğer otozomal çiftler C-negatiftir. Ayrıca, on birinci submetasentrik kromozom çiftinin kısa kolu tamamen C-pozitif. Nükleolar düzenleyici bölgeler, orta büyüklükte submetasentrik otozomal çiftler halinde lokalize idi. C-heterokromatin ile ilişkili aktif NOR'lar, on birinci kromozom çiftinin kısa kolunun tamamında gözlemlendi ve aktif NOR'lar homomorfikti. *A. escherichii*'nin bantlı karyotipleri ilk kez bu çalışmada rapor edilmiştir. Bu araştırmada elde edilen önemli bulgular, Anadolu ve Avrupa'daki *Alburnus* türlerinin sitotaksonomisine katkı sağlayabilir.

### Araştırma Makalesi

#### Article History

Geliş Tarihi : 08.02.2021

Kabul Tarihi : 27.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

*Alburnus*  
Sakarya İnci balığı  
Kromozom  
Karyotip  
C-bantlama

**To Cite:** Alpaslan Z, Aslan A 2022. Cytogenetic Analysis of *Alburnus escherichii* (Teleostei: Leuciscidae) in Turkey. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 297-304. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.876754>.

### INTRODUCTION

The genus *Alburnus* (Rafinesque, 1820), is known to be bleak, is represented by 43 species in Europe and Western Asia (Eschmeyer, et al., 2016). Of 20 species belonging to the genus *Alburnus* (Bektaş et al., 2020),

18 species are endemic in Turkey's inland waters (Çiçek et al., 2018). *Alburnus nasreddini* (Battalgil, 1943) was a local endemic in Akarçay basin (Eber, Akşehir and Karamık lakes; Selevir and Seyitler reservoirs; Kalli, Adıyan and Akşehir streams), Ilgın

Lake basin (Aşağı Çiğil Creek-Ilgın), and Sarayönü-Beşgöz system (Gülle et al., 2017). There are still some taxonomic problems of some species exist within this genus (Bektaş et al., 2020). In recent years, systematics of *A. nasreddini* have been investigated by morphological (Gülle et al., 2017; Bayçelebi et al., 2020) and molecular studies (Mangıt and Yerli, 2018; Bektaş et al., 2020). Gülle et al. (2017) stated that *A. nasreddini* and *A. escherichii*, scattered in neighbouring basins, have similar morphology, but *A. nasreddini* is a valid species in terms of having a deeper body structure, shorter nose, and wide eye diameter. *A. escherichii* (Sakarya Basin), and *A. nasreddini* (Akarcay Basin), they did not suggest *A. nasreddini* as synonymous due to unique haplotypes. According to Mangıt and Yerli (2018), despite the low genetic distance between *A. escherichii* (Sakarya Basin), and *A. nasreddini* (Akarcay Basin), they did not suggest *A. nasreddini* as synonymous due to unique haplotypes. On the contrary, Bayçelebi et al. (2020) stated that no morphological characters would distinguish *A. nasreddini* from *A. escherichii* and synonymous. According to Çiçek et al. (2020), *A. nasreddini* is endemic to the ichthyofauna of Turkey. However, Bektaş et al. (2020) proposed that *A. nasreddini* the synonym of *A. escherichii* due to its close genetic relationships.

Karyological properties of *Alburnus alburnus* (Cataudella et al., 1977; Sofradzija et al., 1979; Hafez et al., 1978,1981; Vujosevic et al., 1983; Klinkhardt et al., 1995; Arkhipchuk, 1999; Ziegler et al., 2003; Bianco et al., 2004; Schmid et al., 2006; Ráb et al.,

2008; Khosravanizadeh et al., 2011), *A. akili* (Arkhipchuk, 1999), *A. adanensis* (Ünal and Gaffaroğlu, 2016), *A. filippii* (Gül et al., 2006; Nazari et al., 2009), *A. heckeli* (Simovic et al., 1994; Gül et al., 2004), *A. mossulensis* (Gül et al., 2000; Yüksel and Gaffaroğlu, 2008), *A. orontis* (Vasil'yev, 1980), *A. tarichi* (Gül et al., 2003), and *A. albidus* (Bianco et al., 2004), *A. arborella* (Fontana et al., 1970) have been reported so far. As far as we know, cytogenetic studies on *Alburnus* species are limited to traditional Giemsa staining. For this reason, detailed cytotaxonomic studies using C- and Ag-NOR banding techniques are critical. In this study, banded chromosomal analysis of *A. escherichii* is investigated using C- and Ag-NOR banding techniques.

### MATERIALS and METHODS

Four females and two male specimens of *A. escherichii* were collected from the natural habitat in the Sarayönü Beşgöz system (38°16' N, 32°20' E), Konya, Turkey (Figure 1). The study was conducted with the permission of the Ministry of Forest, and Water Works (21-264211-288.04-E.1031530), Republic of Turkey. This permission also replaces the permission of the local ethics committee. The fish specimens were collected from the bank of the Beşgöz system by a small ladle and transported to a well-aerated aquarium in the research laboratory. A karyological analysis was carried out based on the protocol for the air-drying technique of Bertollo et al. (2015),.

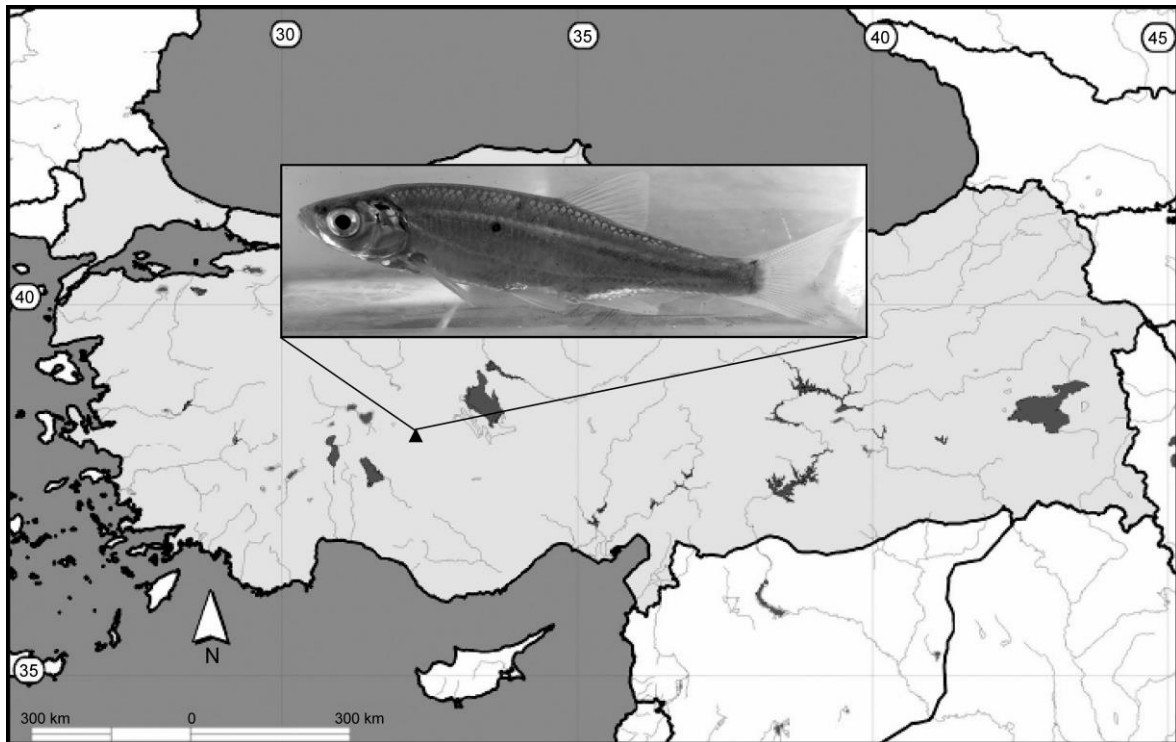


Figure 1. Collecting site of *Alburnus escherichii* from Konya (Sarayönü Beşgöz system), Turkey  
Şekil 1. *Alburnus escherichii*'nin Konya'daki (Sarayönü Beşgöz sistemi) toplama alanı

Colchicine was injected into abdominal cavities (1g / 0.006g) to stabilize mitotic activity. 3-3.5 hours after the colchicine treatment, kidney tissue with high-mitotic activity was removed and kept in an oven at 36.5 ° C for 45 minutes in the KCI (0.046 g) solution at room temperature (25°C). After that, the upper hypotonic supernatant was discarded by centrifugation at 2000 rpm for 10 minutes. For the fixation process, fixation (3:1, methanol: acetic acid) was added to 10 ml of a mixer, and the upper supernatant was discarded by centrifugation at the same speed. This process was repeated twice. The suspension dried by dropping into the slides and was stained by the Giemsa (10 %) solution for 10 minutes. C- banding and Ag-NOR staining were performed according to Sumner (1972) and Howell and Black

(1980), respectively. Well-spread metaphases were photographed under a microscope, and their karyotypes were made. Definition of the shapes of the chromosomes was established according to Levan et al. (1964). The fundamental number of autosomal arms (NF) were calculated.

### RESULTS

The diploid chromosome number (2n) of *A. escherichii* is 50. The karyotype consists of six pairs of metacentric (nos: 1-6), 12 pairs of submetacentric (nos: 7-18), and seven pairs of acrocentric (nos: 19-25) autosomal chromosomes (NF = 86) (Figure 2). The heteromorphic sex chromosome of the species was not detected in the karyotype.

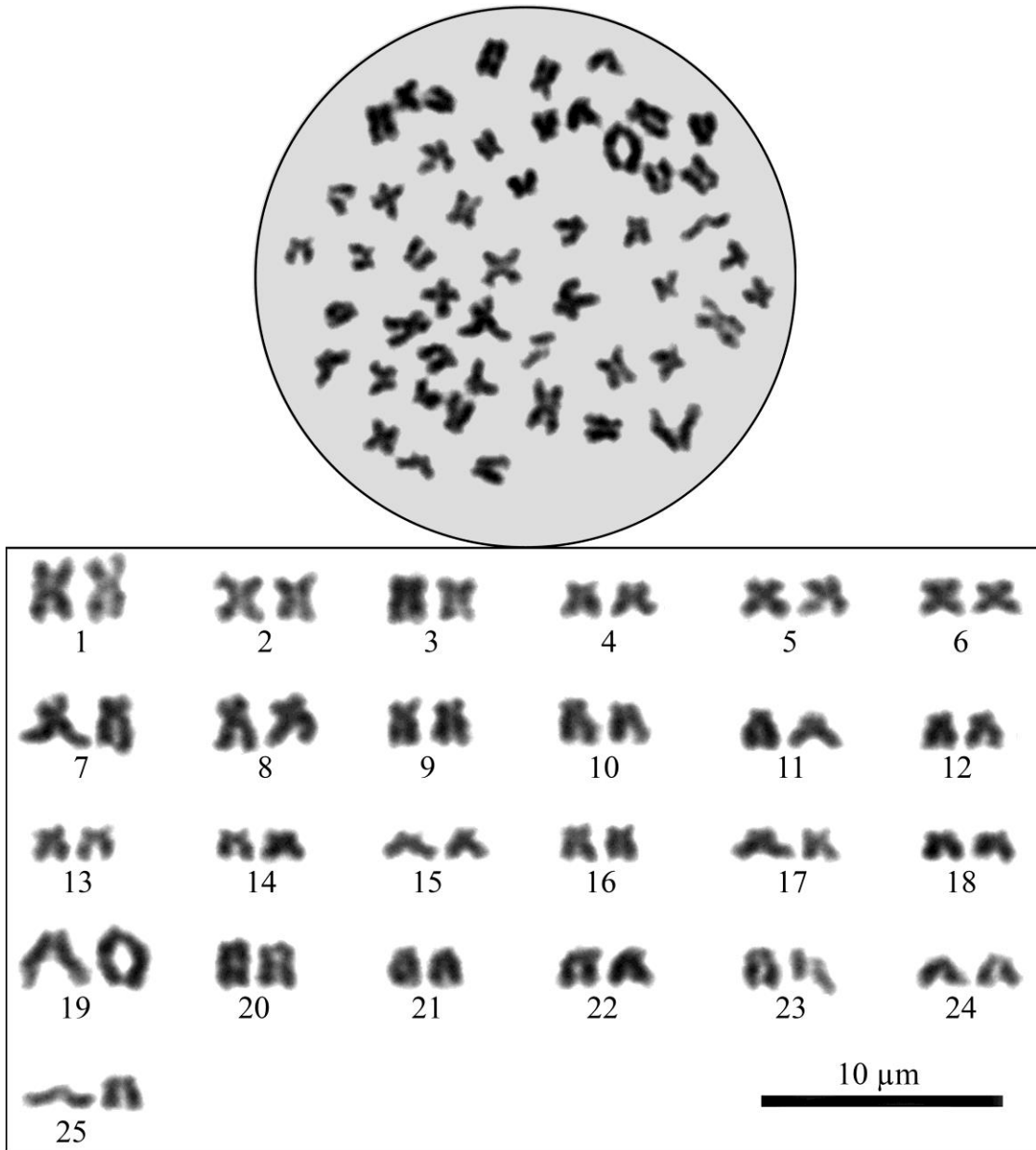


Figure 2. Metaphase spread and standard karyotype of *Alburnus escherichii*  
Şekil 2. *Alburnus escherichii*'nin metafaz yayılımı ve standart karyotipi

C-banded metaphase plate and karyotype of *A. escherichii* is shown in Figure 3. Centromeric and pericentromeric bands were detected in three metacentrics (1 to 3), three submetacentric (nos: 8, 11, 18), and five acrocentric chromosome pairs (nos: 20, 21, 22, 24, 25). Slight centromeric and

pericentromeric bands were identified in one metacentric (no: 4), six submetacentric (nos: 9, 10, 14, 15, 17), and two acrocentrics (nos: 19 and 23) chromosome pairs. Other chromosomes were C-negative. The whole of the short arms of chromosome 11 are C-positive and associated with NOR.

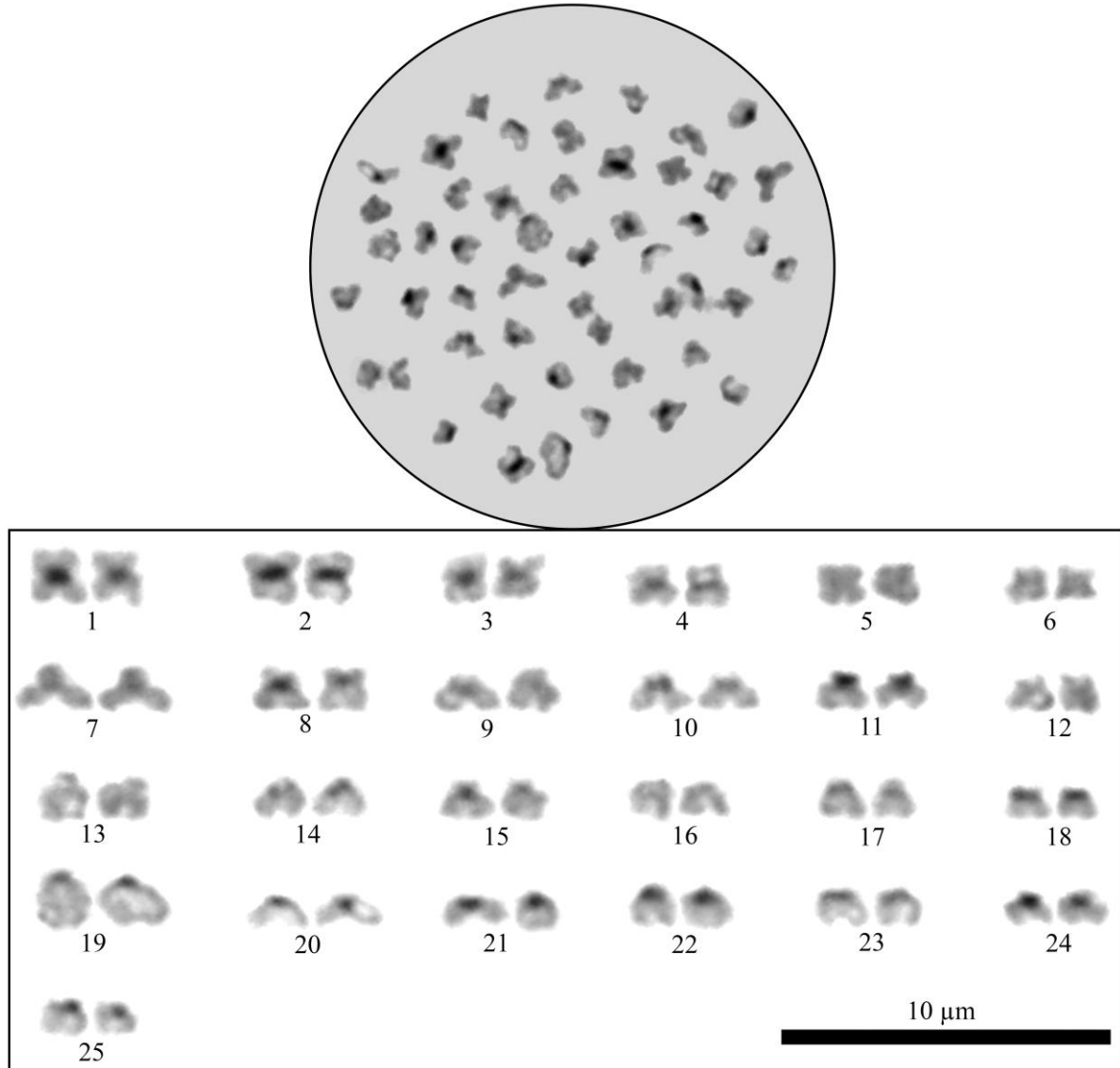


Figure 3. C-banded metaphase spread and arranged karyotype of *Alburnus escherichii*  
Şekil 3. *Alburnus escherichii*'nin C-bantlı metafaz yayılımı ve karyotipi

Active Ag-NOR is localized on the whole of the short arms of the medium-sized submetacentric (no: 11) chromosome pair and is associated with C-heterochromatin (Figure 4). The NORs were homomorphic in the studied specimens, and no heteromorphism was observed in NOR sizes.

#### DISCUSSION and CONCLUSION

A nearly invariant number of diploid ( $2n = 50$ ) chromosomes, the dominance of metacentric and submetacentric, and the presence of the largest st/a chromosome pair were characteristic of all leuciscine

genera examined to date (Ráb and Collares-Pereira, 1995; Ráb et al., 2008; Pereira et al., 2009). The karyotype of the Sakarya bleak specimens had the characteristic features of the leuciscine species. The diploid chromosome number of the genus, except for the Kızıllırmak population of *A. mossulensis* (48), is 50 (Table 1). Detection of the heteromorphic chromosome system in cyprinids, especially in leuciscine species with small chromosomes such as *Alburnus*, *Phoxinus*, and *Pseudophoxinus*, is quite difficult. So, heteromorphic sex chromosomes were not detected in



the karyotype of *A. escherichii*.

C- heterochromatin bands define constitutive heterochromatin regions containing transcriptionally inactive highly repetitive DNA sequences. The difference in heterochromatin localization can be used as a cytogenetic marker for species differentiation and chromosome evolution in taxons (Ren et al., 1992). In most species, heterochromatin bands are in the centromeric and/or telomeric regions of chromosomes. Besides, heterochromatin bands can be found in the whole of the short and long arms of chromosomes (metacentric, submetacentric, and acrocentric) (Gold et al., 1986). Leuciscidae, such as *Abramis* (Ocalewicz et al., 2004), *Chondrostoma* (Arslan and Gündoğdu, 2016), *Leuciscus* (Boroń et al., 2009), *Phoxinus*

(Boroń, 2001), *Pseudophoxinus* (Ergene et al., 2010; Ünal et al., 2014; Ayata et al., 2016; Ünal and Gaffaroğlu, 2016), *Scardinius* (Bianco et al., 2004), *Squalius* (Ünal, 2011; Ünal and Gaffaroğlu, 2016; Doori, 2019; Ayata, 2020) and *Vimba* (Rábová et al., 2003), in species C-heterochromatin bands are localized in centromeric and pericentromeric regions. C-heterochromatin band properties of *Alburnus escherichii* are like *A. albidus* (Schmid et al., 2006). While C-heterochromatin bands of *A. escherichii* are similar to *A. adanensis* (Ünal and Gaffaroğlu, 2016), paracentric heterochromatin bands have not. The silver-staining technique for nucleolar organizer regions (Ag-NOR) is widely used to determine the species karyotypic character and stain

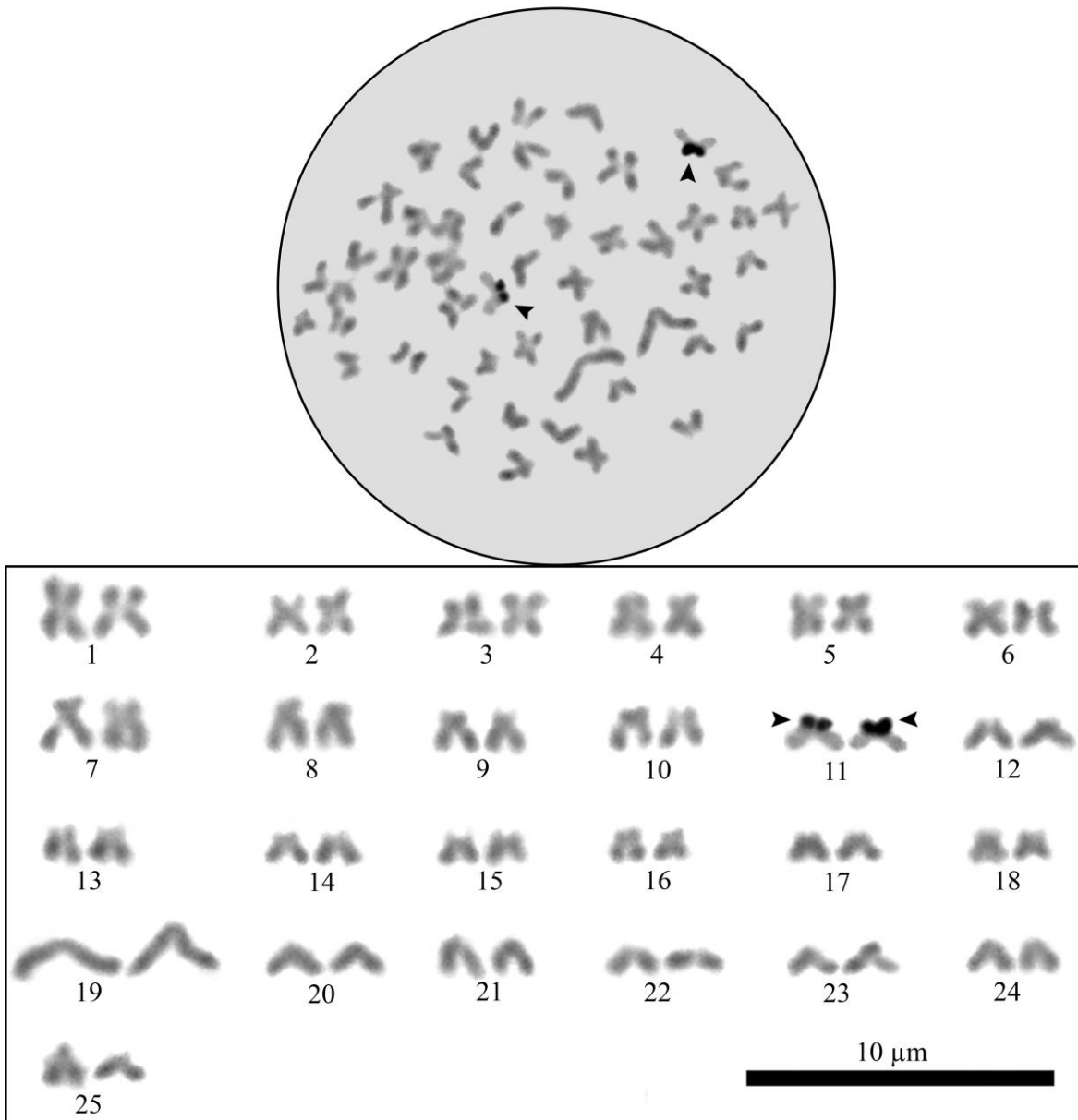


Figure 4. Silver-stained metaphase spread and arranged karyotype of *Alburnus escherichii*. Arrows indicate the Ag-NORS

Şekil 4. *Alburnus escherichii*'nin gümüş boyalı metafaz yayılımı ve karyotipi. Oklar Ag-NOR bölgelerini göstermektedir

Table 1. Chromosomal records of *Alburnus* species (Abbreviations; 2n-diploid chromosome number, NF-fundamental number of chromosomal arms, M-metacentric, SM-submetacentric, A-acrocentric)

Çizelge 1. *Alburnus* türlerinin kromozom kayıtları (Kısaltmalar; 2n-diploid kromozom sayısı, NF-temel kromozom kol sayısı, M-metasetentrik, SM-submetasetentrik, A-akrosentrik)

Species	Locality	2n	Karyotype	NF	References
<i>Alburnus akili</i>	-	50	18M + 32SM	-	Arkhipchuk (1999)
<i>A. alburnus</i>	Italy	50	16M + 10SM + 16ST + 8A	-	Cataudella et al. (1977)
	-	50	-	-	Sofradzija et al. (1979)
	France	50	-	-	Hafez et al. (1978, 1981)
	Yugoslavia	50	12M + 16SM + 12T + 10A	90	Vujosevic et al. (1983)
	-	50	16M + 20SM + 14ST-A	86	Klinkhardt et al. (1995)
	-	50	16M + 20SM + 14ST-A	86	Arkhipchuk (1999)
	Germany	50	14M + 14SM + 14ST + 8T	-	Ziegler et al. (2003)
	Germany	50	14M + 14SM + 8T + 14A	-	Schmid et al. (2006)
	Czechia	50	16M + 26/30SM + 8-4ST/A	92/96	Ráb et al. (2008)
Persia	50	14M + 26SM + 10ST-A	90	Khosravanizadeh et al. (2011)	
<i>A. adanensis</i>	Turkey	50	12M + 28SM + 10ST-A	90	Ünal and Gaffaroğlu (2016)
<i>A. albidus</i>	Italy	50	16M + 26SM + 8ST-A	-	Bianco et al. (2004)
<i>A. arborella</i>	Italy	50	-	-	Fontana et al. (1970)
<i>A. filippii</i>	Turkey	50	16M + 16SM + 18A	-	Gül et al. (2006)
	Persia	50	12M + 18SM + 8ST + 12A	88	Nazari et al. (2009)
<i>A. heckeli</i>	-	50	12M + 12SM + 16ST + 10A	78	Simovic et al. (1994)
	Turkey	50	14M + 18SM + 18A	82	Gül et al. (2004)
<i>A. mossulensis</i>	Turkey	48	12M + 20SM + 16A	-	Gül et al. (2000)
	Turkey	50	12M + 16SM + 10ST + 12A	88	Yüksel and Gaffaroğlu (2008)
<i>A. tarichi</i>	Turkey	50	16M + 10SM + 24A	-	Gül et al. (2003)
<i>A. orontis</i>	-	50	-	-	Vasil'yev (1980)
<b><i>A. escherichii</i></b>	<b>Turkey</b>	<b>50</b>	<b>12M + 24SM + 14A</b>	<b>86</b>	<b>This study</b>

transcriptionally active NORs (Zalešna et al., 2017). The number and location of NOR regions are species-specific, although they may vary between individuals. In studies conducted to date, the number and localization of NORs have been defined as useful chromosomal markers in fish cytogenetics (Rábová et al., 2003). The common NOR phenotype of leuciscins is the submetacentric/subtelocentric-acrocentric (sm/st-a) chromosome pair, which are considered plesiomorphic characters and carry a single NOR (Vasil'yev, 1985; Ráb et al., 1996; Bianco et al., 2004; Ráb et al., 2008; Boron et al., 2009; Pereira et al., 2009; Rossi et al., 2012). Detection of this common NOR phenotype in the medium-sized submetacentric chromosome pair in *Alburnus escherichii* shows a plesiomorphic character. The NOR position in *A. escherichii* (medium-sized sm/st pair) is the same as that of *A. albidus* (Bianco et al., 2004), *A. alburnus* (Schmid et al., 2006), *A. adanensis* (Ünal and Gaffaroğlu, 2016), *A. mossulensis* (Yüksel and Gaffaroğlu, 2008), and *A. filippii* (Nazari et al., 2009). However, in *A. escherichii*, active NORs are localized in the whole of the short arms, unlike the *Alburnus* species studied. The NOR phenotype associated with heterochromatin may be an intra- and/or interspecific chromosomal marker (Ráb et al., 1996). The NOR-bearing chromosome in *A. escherichii* is associated with C-heterochromatin bands, as in *Leuciscus aspius* (Ráb et al., 1990), *L. borysthenticus* (Ráb et al., 1996), *L. leuciscus* (Boron et al., 2009), *Chondrostoma beysehirensense* (Arslan and Gündoğdu, 2016), The

presence of heterochromatin bands in NOR regions in *A. escherichii* can be considered a cytogenetic marker compared with other *Alburnus* species. As a result, in this study, the chromosomal properties of the *A. escherichii* are determined for the first time. The obtained results may contribute to the cytogenetics and cytotaxonomy of *Alburnus* species in Anatolia and Europe.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by grants from the Coordination Committee Scientific Research Projects (Project number: 18201128) of Selcuk University. This study is summarized from Zafer ALPASLAN's master thesis (Cytogenetic studies on endemic central Anatolian bleak, *Alburnus nasreddini* Battalgil, 1943). We would like to thank Dr. Salim Serkan Güçlü for identifying the specimens.

#### Statement of Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### REFERENCES

Arkhipchuk VV 1999. Chromosome database. Database of Dr. Victor Arkhipchuk. (<http://www.fishbase.org>, Accessed: 1999).

- Arslan A, Gündoğdu H 2016. Cytogenetic Studies on the Endemic Beyşehir Nase, *Chondrostoma beysehirense* (Bogutskaya, 1997) in Turkey. *Caryologia* 69(2): 116-120.
- Ayata MK, Yüksel E, Gaffaroğlu M 2016. Cytogenetic Studies on Six Species of the Leuciscine Genus *Pseudophoxinus* Bleeker, 1860 (Teleostei, Cyprinidae). *Caryologia* 69(3): 215-222.
- Ayata MK (2020). Comparative Cytogenetics of Two *Squalius* Bonaparte, 1837 Species (Cypriniformes: Leuciscidae). *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science* 44(2), 355-360.
- Bayçelebi E, Turan D, Kaya C, Freyhof J 2020. *Alburnus nasreddini*, A Synonym of *A. escherichii* (Teleostei: Leuciscidae). *Zootaxa* 4894(1): 123-132.
- Bektaş Y, Aksu I, Kaya C, Bayçelebi E, Küçük F, Turan D 2020. Molecular Systematics and Phylogeography of the Genus *Alburnus* Rafinesque, 1820 (Teleostei, Leuciscidae) in Turkey. *Mitochondrial DNA Part A* 31(7): 273-284.
- Bertollo LAC, Cioffi MB, Moreira-Filho O (2015) Direct chromosome preparation from freshwater teleost fishes. In: Ozouf-Costaz C, Pisano E, Foresti F, Toledo LFA (eds.) *Fish cytogenetic techniques, ray-fin fishes and chondrichthyans*, Boca Raton, CRC Press, pp 21-26.
- Bianco PG, Aprea G, Balletto E, Capriglione T, Fulgione D, Odierna G 2004. The Karyology of the Cyprinid Genera *Scardinius* and *Rutilus* in Southern Europe. *Ichthyological Research* 51: 274-278.
- Boron A 2001. Comparative Chromosomal Studies on Two Minnow Fish, *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) and *Eupallasella perenurus* (Pallas, 1814); an Associated Cytogenetic-Taxonomic Considerations. *Genetica* 111: 387-395.
- Boron A, Porycka K, Ito D, Abe S, Kirtiklis L 2009. Comparative Molecular Cytogenetic Analysis of Three *Leuciscus* Species (Pisces, Cyprinidae) Using Chromosome Banding and FISH with rDNA. *Genetica* 135: 199-207.
- Cataudella S, Sola L, Muratori RA, Capanna E 1977. The Chromosomes of 11 Species of Cyprinidae and One Cobitidae From Italy, with Some Remarks on the Problem of Polyploidy in The Cypriniformes. *Genetica* 7(3): 161-171.
- Çiçek E, Fricke R, Sungur S, Eagder S 2018. Endemic Freshwater Fishes of Turkey. *FishTaxa* 3(4): 1-39.
- Çiçek E, Sungur S, Fricke R 2020. Freshwater Lampreys and Fishes of Turkey; A Revised and Updated Annotated Checklist 2020. *Zootaxa* 4809(2): 241-270.
- Doori ASJ 2019. Ilgın (Çavuşçu) Gölü'ndeki Endemik Akşehir Tatlısu Kefali, *Squalius recurvirostris* (Pisces, Cyprinidae)'in Sitogenetik Analizi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 59 sy.
- Ergene S, Karahan A, Kuru M 2010. Cytogenetic Analysis of *Pseudophoxinus antalyae*, Bogustkaya, 1992 (Pisces: Cyprinidae) from the Eastern Mediterranean River Basin, Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 34: 111-117.
- Eschmeyer WN, Fricke R, Van der Laan R 2016. *Catalog of Fishes: Genera, Species, References*. [http:// researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp](http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp).
- Fontana F, Chiarelli B, Rossi AC 1970. Il Cariotipo di Alcune Specie di Cyprinidae, Centrarchidae, Characidae Studiate Mediante Colture «In Vitro». *Caryologia* 23(4): 549-564.
- Gold J, Amemiya C, Ellison J 1986. Chromosomal Heterochromatin Differentiation in North American Cyprinid Fishes. *Cytologia* 51: 557-566.
- Gül S, Çolak A, Sezgin İ 2000. Gümüş Balığı'nda (*Chalcalburnus mossulensis* Heckel, 1843 ) Karyotip Analizi. *Turkish Journal of Biology* 24: 657-662.
- Gül S, Çolak A, Sezgin I, Kaloglu B 2003. Van Gölüne Endemik Olan İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi* PALLAS 1811) Kromozomlarının C, G ve Restriksiyon Endonükleazlar (Alu I, Nhe I, Hae III, Mbo I, Hinf D) ile Bantlanması. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences* 27: 1293-1298.
- Gül S, Çolak A, Sezgin I, Kaloğlu B 2004. Karyotype Analysis in *Alburnus heckeli* (Battalgil, 1943) from Lake Hazer. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 28: 309-314.
- Gül S, Nur G, Baysal A 2006. Karyotype Analysis of *Alburnus filippii*. *Indian Veterinary Journal* 83: 102-103.
- Gülle İ, Küçük F, Güçlü SS 2017. Re-description and New Distribution Area of an Endemic Anatolian Fish Species, *Alburnus nasreddini* Battalgil, 1944. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 17(5): 863-869.
- Hafez R, Labat R, Quiller R 1978. Aneuploidie Observée Chez Les Populations De Gardons (*Rutilus rutilus* L.) Et D'ablettes (*Alburnus alburnus* L.) De La Region Midi-Pyrenees. *Bull Soc Nat Toulouse* 114(1-2): 85-92.
- Hafez R, Labat R, Quiller R 1981. Reserches Sur Les Chromosomes Supernumeraires De L'ablette (*Alburnus alburnus* L.). *Cybium* 5: 81-87.
- Howell WM, Black DA 1980. Controlled Silver-staining of Nucleolus Organizer Regions with a Protective Colloidal Developer: A 1-step Method. *Experientia* 36: 1014-1015.
- Khosravanizadeh A, Pourkazemi M, Nowruz Fashkhami M 2011. Karyology Study on Bleak (*Alburnus alburnus*) from The South Caspian Sea Region. *Caspian Journal of Environmental Sciences* 9(1): 27-36.
- Klinkhardt M, Tesche M, Greven H 1995. Database of

- Fish Chromosomes. Westarp Wissenschaften. www.fishbase.org.
- Levan A, Fredga K, Sandberg AA 1964. Nomenclature for Centromeric Position on Chromosomes. *Hereditas* 52(2): 201-220.
- Libertini A, Sola L, Rampin M, Rossi AR, Iijima K, Ueda T 2008. Classical and Molecular Cytogenetic Characterization of Allochthonous European Bitterling *Rhodeus amarus* (Cyprinidae, Acheilognathinae) from Northern Italy. *Genes & Genetic Systems* 83: 417-422.
- Mangit F, Yerli SV 2018. Systematic Evaluation of the Genus *Alburnus* (Cyprinidae) with Description of A New Species. *Hydrobiologia* 807: 297-312.
- Nazari S, Pourkazemi M, Rebelo Porto R 2009. Comparative Karyotype Analysis of Two Iranian Cyprinids, *Alburnoides bipunctatus* and *Alburnus filippii* (Cypriniformes, Cyprinidae). *Iranian Journal of Animal Biosystematics* 5(2): 23-32.
- Ocalewicz K, Jankun M, Boron A 2004. Karyotypic Characterization of Bream, *Abramis brama* (Pisces, Cyprinidae). *Folia Zoologica* 53(3): 329-334.
- Pereira C, Neto A, Collares-Pereira MJ 2009. Cytogenetic Survey of Species of Two Distinct Genera of Iberian Nases (Cyprinidae, Leuciscinae) that Hybridize Extensively in Nature. I. Evidence of a Similar and Conserved Chromosome Pattern with Some Few Species-specific Markers at Macrostructural Level. *Genetica* 137: 285-291.
- Ráb P, Collares-Pereira M 1995. Chromosomes of European Cyprinid Fishes (Cyprinidae, Cypriniformes). *Folia Zoologica* 44: 193-214.
- Ráb P, Karakousis Y, Rábová M, Economidis PS 1996. Banded Karyotype of the Cyprinid Fish *Leuciscus borysthenicus*. *Ichthyological Research* 43(4): 463-468.
- Ráb P, Rábová M, Pereira CS, Collares-Pereira MJ, Pelikánová Š 2008. Chromosome Studies of European Cyprinid Fishes: Interspecific Homology of Leuciscine Cytotaxonomic Marker—the Largest Subtelocentric Chromosome Pair As Revealed by Cross-species Painting. *Chromosome Research* 16: 863-873.
- Ráb P, Roth P, Arefjev V 1990. Chromosome Studies of European Leuciscine Fishes (Pisces Cyprinidae). Karyotype of *Aspius aspius*. *Caryologia* 43(3-4): 249-255.
- Rábová M, Ráb P, Ozouf-Costaz C, Ene C, Wanzeböck J 2003. Comparative Cytogenetics and Chromosomal Characteristics of Ribosomal DNA in the Fish Genus *Vimba* (Cyprinidae). *Genetica* 118: 83-91.
- Ren X, Cui J, Yu Q 1992. Chromosomal Heterochromatin Differentiation of Cyprinid Fishes. *Genetica* 87: 47-51.
- Rossi AR, Milana V, Hett AK, Tancioni L 2012. Molecular Cytogenetic Analysis of the Apennine Endemic Cyprinid Fish *Squalius lucumonis* and Three Other Italian Leuciscines Using Chromosome Banding and FISH with rDNA Probes. *Genetica* 140: 469-476.
- Schmid M, Ziegler C, Steinlein C, Nanda I, Schartl M 2006. Cytogenetics of The Bleak (*Alburnus alburnus*), with Special Emphasis on the B chromosomes. *Chromosome Research* 14: 231-242.
- Simovic, SZ, Markovic GS, Simonovic PD 1994. New Data of the Chromosome Complements of the Five Species of Family Cyprinidae. p. 62. In Abstract VIII Congress of Societatis Europaea Ichthyologorum "Fishes and their Environment", Oviedo, Spain.
- Sofradzija A, Berberovic L, Hadziselimovic R 1979. Chromosome complements of *Alburnus alburnus* (L. 1758) and *Alburnus bipunctatus* (Bloch. 1782), Cyprinidae, Pisces. *Ichthyologia* 11(1): 33-41.
- Sumner A 1972. A Simple Technique for Demonstrating Centromeric Heterochromatin. *Experimental Cell Research* 75: 304-306.
- Ünal S 2011. *Squalius anatolicus* (Bogutskaya, 1997) (Pisces, Cyprinidae) "un Sitogenetik Analizi. Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 47 sy.
- Ünal S, Gaffaroğlu M 2016. Karyology of Six Cyprinid Fishes from Seyhan and Ceyhan Rivers in Anatolia. *Caryologia* 69(4): 362-369.
- Ünal S, Gaffaroğlu M, Ayata MK, Yüksel E 2014. Karyotype, C-banding and AgNORs of Two Endemic Leuciscine Fish, *Pseudophoxinus crassus* (Ladiges, 1960) and *P. hittitorum* Freyhof & Özulug, 2010 (Teleostei, Cyprinidae). *Comparative Cytogenetics* 8(4): 249-257.
- Vasil'yev V 1980. Chromosome Numbers in Fish-like Vertebrates and Fish. *Journal of Ichthyology* 20(3): 1-38.
- Vasil'yev V 1985. Evolutionary Karyology of Fishes. Moscow: Nauka Press.
- Vujosevic M, Zivkovic S, Rimsa D, Jurisic S, Cakic P 1983. The Chromosomes of 9 Fish Species from Dunav Basin in Yugoslavia. *Ichthyologia* 15(2): 29-40.
- Yüksel E, Gaffaroğlu M 2008. The Analysis of Nucleolar Organizer Regions in *Chalcalburnus mossulensis* (Pisces: Cyprinidae). *Journal of FisheriesSciences.com* 2(3): 587-591.
- Zaleśna A, Florek M, Rybacki M, Ogielska M 2017. Variability of NOR Patterns in European Water Frogs of Different Genome Composition and Ploidy Level. *Comparative Cytogenetics* 11(2): 249-266.
- Ziegler C, Lamatsch D, Steinlein C, Engel W, Schartl M, Schmid M 2003. The Giant B Chromosome of the Cyprinid Fish *Alburnus alburnus* Harbours A Retrotransposon-derived Repetitive DNA Sequence. *Chromosome Research* 11: 23-35.



## Investigation of Morphological Characteristics of Pubic lice (*Pthirus pubis*, Linnaeus, 1758)

Ekrem KIREÇÇİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Microbiology, Kahramanmaraş Sütçü İmam University Faculty of Medicine, Kahramanmaraş, Turkey

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9446-8584>

✉: ekremkirecci@gmail.com

### ABSTRACT

Pubic lice (*Pthirus pubis*) are obligate, permanent ectoparasites of humans, entirely dependent upon their vertebrate hosts for survival. Pubic lice have a very simplified body form as a result of their parasitic characteristics, being wingless and dorsoventrally flattened. In the study, the pubic lice taken from a male patient were examined morphologically in detail and their taxonomic characteristics were presented. The lice specimens were examined for morphological and taxonomic characteristics under a light microscope. The identification of the *Pthirus pubis* species was made by determining the height, anatomical body parts, dorsal and ventral morphological details of the adult male and female two pubic lice. Examined adult pubic lice were light cream-colored, 1-2 mm in length, and their anatomical structures included three pairs of legs, two prominent antennae, and parts of the thorax and abdomen in a combined structure. *Pthirus pubis* causes pediculosis pubis disease in humans. The disease can be sexually transmitted to humans. *Pthirus pubis* is spread primarily through person-to-person sexual contact. Pubic louse is a major public health problem that can be contagious among humans, and it has great importance to know their morphological characters to diagnose this ectoparasite and distinguish it from other insects.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 29.03.2021

Kabul Tarihi : 12.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

Pubic lice

Pediculosis pubis

*Pthirus pubis*

## Kasık bitlerinin Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi (*Pthirus pubis*, Linnaeus, 1758)

### ÖZET

Kasık bitleri (*Pthirus pubis*) hayatta kalmak için omurgalı konakçılara bağımlı, obligat ve daimi insan ektoparazitleridir. Kasık bitleri, kanatsız, dorsoventral olarak düz şekilli ve parazitik özelliklerinden dolayı çok basit yapıdırlar. Çalışmada, erkek bir hastadan alınan kasık bitlerinin ayrıntılı olarak morfolojik ve taksonomik özellikleri incelenerek sunulmuştur. Bit örnekleri morfolojik ve taksonomik özellikler açısından ışık mikroskobu ile incelendi. *Pthirus pubis* türünün tanımlanması, yetişkin erkek ve dişi iki kasık bitinin boyu, anatomik vücut bölümleri, dorsal ve ventral morfolojik detayları belirlenerek yapıldı. İncelenen erişkin kasık bitleri; açık krem renkli, boyları 1-2 mm aralığında, anatomik yapıları ise üç çift bacakları, iki belirgin anten taşıyan baş kısımları ile birleşik yapıdaki thorax ve abdomen bölümleri mevcut idi. *Pthirus pubis*, insanlarda pediculosis pubis hastalığına neden olur. Hastalık cinsel yolla insanlara bulaşmaktadır. Bu hastalık öncelikle kişiden kişiye cinsel ilişki yoluyla yayılmaktadır. Kasık bitleri insanlar arasında bulaşıcı olabilen önemli bir halk sağlığı sorunu olup, bu ektoparazitinin tanısı ve diğer böceklerden ayırt edilmesi için morfolojik karakterlerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır

### Research Article

#### Article History

Received : 29.03.2021

Accepted : 12.05.2021

#### Keywords

Pubic lice

Pediculosis pubis

*Pthirus pubis*

**To Cite :** Kireççi E 2022. Investigation of Morphological Characteristics of Pubic lice (*Pthirus pubis*, Linnaeus, 1758). KSU J. Agric Nat 25 (2): 305-311. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.905025>.

### INTRODUCTION

Pubic lice (*Pthirus pubis*) are obligate blood-feeding

ectoparasites of humans. The parasite causes pediculosis pubis (also known as *phthiriasis pubis*). The parasitic infection can be transmitted by sexual

contact, close body contact or, less commonly, by touching infested toilet seats, sofas, towels, and bed linen. *P. pubis* infests hairs in the pubic, perianal areas and occasionally other body areas that contain terminal hairs (Salavastru et al., 2017; Light et al., 2010). Morphological properties carry great importance in the taxonomy of Pubic lice. By distinguishing lice species from each other, taxonomic and morphological characterization should be done to make scientific identification. For this purpose; taxonomy categories are determined by examining morphometric measurement of body parts, color, detailed anatomical features, and genital organs. Other characteristics that are most commonly used in diagnosis after morphological characteristics are the physiological and chromosomal structures of the insect and its ecological characters such as host, nutrition, and habitat (Light et al., 2008; Palanisamy et al., 2015). Among the class Insecta, there are about 5000 lice species identified in the order Phthiraptera, of which more than 550 species are reported to live as parasites in mammals (Bonilla et al., 2013). The order Phthiraptera is divided into two main groups, sucking lice and chewing lice. The suborder Anoplura (sucking lice) infest mammalian animals. Of these lice, the species that settle only in humans as hosts are *Pthirus pubis* in the family Pthiridae of the suborder Anoplura, and *Pediculus humanus* (body lice) in the family Pediculidae (Durden et al., 2020; Pakeer et al., 2007; Nuttall, 1918).

It is noted that the spread of pubic lice among humans is usually through sexual contact and does not carry the epidemic typhus unlike body lice (*Pediculus humanus*) (Burkhart and Burkhart, 1999). In Linnaeus taxonomy (Table 1), they are also called Crab louse besides their scientific taxonomy, because the morphological images of pubic lice whose binominal identification has been done resemble crabs. There are two species of pubic lice, one of which is *Pthirus pubis* whose host is human, and the other is *Pthirus gorilla* which infests gorillas, a herbivorous monkey subspecies (Weiss, 2009). In the study, the morphological characteristics of *Pthirus pubis*, which is common all over the world and known as Pubic lice in humans, were determined and diagnosed.

Table 1. Linnaeus taxonomy of Pubic lice (Nuttall, 1918).

*Çizelge 1. Kasık bitinin Linnaeus taksonomisi*

Kingdom;	Animalia
Phylum;	Arthropoda
Class;	Insecta
Order;	Phthiraptera
Suborder;	Anoplura
Family;	Pthiridae
Genus;	Pthirus
Species;	<i>P.pubis</i>
Binominal name;	<i>Pthirus pubis</i>

## MATERIALS and METHOD

### Studied material and Sampling procedure

In the study, the patient from whom parasite samples were taken was a 23-year-old male admitting to Kahramanmaraş Sütçü Imam University-Faculty of Medicine Research and Practice Hospital-Infection Outpatient clinic on 29.05.2019 with complaints of severe itching, erythema, and redness in the inguinal and femoral areas during two weeks. It was determined that the patient was married and engaged in animal husbandry and lived in the town of Kale, which is located in the rural area of Kahramanmaraş province, Turkey. It was found that the patient did not have a similar disease condition in his family history, and also that the patient did not have an additional medical problem. As the material of the study, ectoparasite samples that were seen to be alive in the inguinal and femoral areas of the patient were placed in tubes containing 70% ethanol and examined in the Medical Parasitology Laboratory. Samples that were then cleaned of surface residues with potassium hydroxide were prepared for light microscopy (Shakya et al., 2018).

### Diagnosing pubic lice

In the preliminary diagnosis of the disease, pediculosis was considered with clinical signs, lesions, and the presence of the parasite in the inguinal area. It was seen that the ectoparasites in the sample were morphologically the same insects. The taxonomic-morphological characteristics of two adult pubic lice which were male and female and randomly selected from these samples were studied under a light microscope (Pakeer et al., 2007; Dehghani et al., 2013).

## RESULTS and DISCUSSION

In adult males and females of *P.pubis*, the body structures, which have two antennae and three pairs of legs, consist of 3 parts: caput, thorax, and abdomen. They have no wing structures, but head structures and antennae are prominent. In their morphology, which is bilaterally symmetrical, the thorax and abdomen are not distinctly separated, and they have a dorsoventrally flat body structure (Figure1-2). The body colors are pale yellow and grey. *P.pubis* are smaller, less mobile and less pigmented than the other lice species, thus more difficult to observe with naked eye (Scanni, 2012). Pubic lice are smaller in structure (1-2mm) than head and body lice, and males are always smaller than females. The pubic lice we examined were light cream colored and their length was 1.2 mm in the adult male and 2 mm in the adult female (Figure 1-2).



Figure 1. a. Dorsal view of adult male *Pthirus pubis*, b. Ventral view of adult female *Pthirus pubis*, Light microscope (x40 magnification)

Şekil 1. a. Erişkin erkek *Pthirus pubis*'in dorsal görüntüsü, b. Erişkin Dişi *Pthirus pubis*' in ventral görüntüsü, Işık mikroskobu (x40 büyütme)

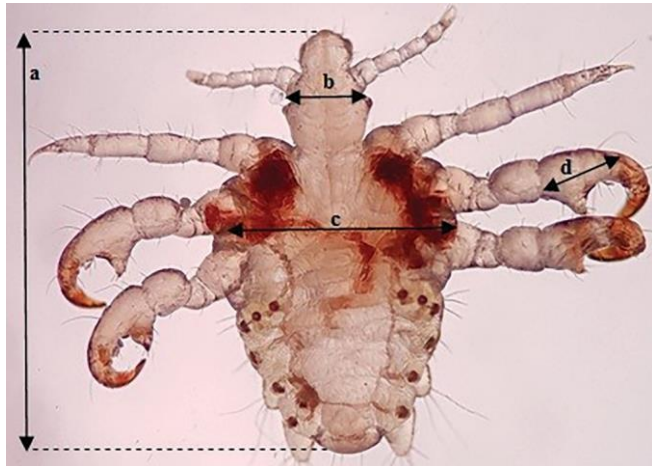


Figure 2. Dorsal view of adult male *Pthirus pubis*, Light microscope (x40 magnification), a. Total body length (1.2 mm), b. Head and postantennal head width c. Thorax ve posterior pterothoracic width, d. II. Extremity, Tibial length, e. Abdomen

Şekil 2. Erişkin erkek *Pthirus pubis*'in dorsal görüntüsü, Işık mikroskobu (x40 büyütme) a. Total vücut uzunluğu (1.2 mm), b. Baş ve postantennal baş genişliği, c. Thorax ve posterior terothoracic genişlik, d. II. Bacak Tibial uzunluk e. Abdomen

### Head, mouth, and antenna structures

In adult pubic lice, the caput parts sit on the basis capituli and are clearly visible on top on microscopic examination. The caput is small in comparison to its large pincer-shaped legs and broad oval morphology (Figure 2b-d). Pubic lice are solenophagic insects (that feed on blood) and feed directly by sucking blood from blood vessels located in the pubic hair follicles of the host (Light et al., 2010). The mouth structures, which are the feeding organ, differ from other parasitic insects. The mandible is undeveloped and does not have specialized organs such as palps, chelicera or hypostome for feeding in the oral

structures. Instead, the maxillary structure and labrum (upper lip) organize and turn into a nasal-like structure called the haustellum (Figure 3a).

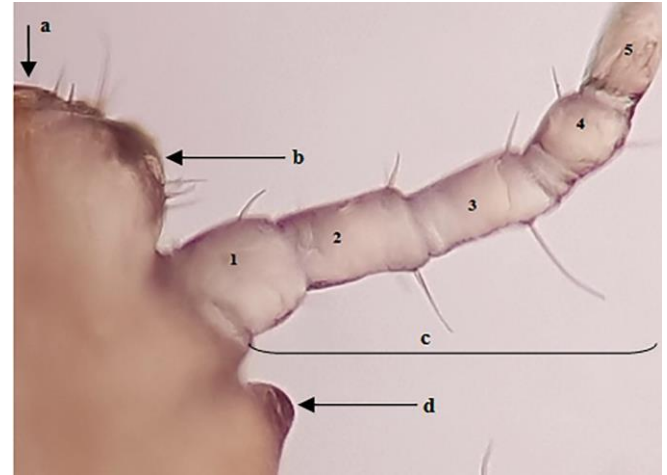


Figure 3. Cranial (head) view of adult *Pthirus pubis*, Light microscope (x100 magnification) a. Labrum, b. Dorsal anterior plate, c. Antennae (1-5;5 segments, filiform structure), d. Eye

Şekil 3. Erişkin *Pthirus pubis*'in cranial (baş) görüntüsü, Işık mikroskobu (x100 büyütme) a. Labrum, b. Dorsal anterior plate, c. Anten (1-5;5 segmentli filiform yapısı), d. Göz

At the entrance of the haustellum are sharp and anchor-like pre-stomal structures called “stylet” derived from the hypopharynx to be able to absorb blood by reaching the blood vessels. The hypopharynx, on the other hand, produces salivary secretions and provides the passage of food into the digestive tract (Mathison and Pritt, 2014; Durden and John, 2009; Kraus and Glassman, 1976).

Antennae are vital organs for the life of insects, and structurally they are very important in taxonomy. *P. pubis* has two antennae on the sides of its head, and these antennae have a 5-segment filiform structure (Figure 3c). In addition to adult pubic lice, an antenna can be found in nymph forms. If antenna structures are examined in detail, the first segment is the pedestal segment and is called “Scapus”. The second segment of the antennae is called the “Pedicellum” and connects the pedestal segment to other flagella segments. The 3rd, 4th, and 5th segments of the antennae consist of flagella parts in movable structure (Figure 3c). The antenna segments of the pubic lice are thin and similar to each other in the form of filament and they have a filiform antenna structure. The antenna structure in males may be larger than in females. On the surface of the antennae, there are special blisters that smell, such as feathers, hairs, and papillae, which can transmit various senses. The eyes and antennae of pubic lice, which are organized on both sides of their heads in a simple structure, serve as a biosensor organ in the



natural habitats of these insects and play a role in receiving chemical and physical stimuli (Ortega et al., 2019; Khan, 2018). Figure 3 c-d shows the eyes of pubic lice and the feathers and hairs located above the antenna segments.

#### Extremity and thorax structures

Adult *P. pubis* has a total of six legs. All three pairs of legs have a 5-part structure: coxa, trochanter, femur, tibia, and tarsus. The tarsus part ends with a thin claw tip on the first leg, but on the other two pairs of legs, the pretarsal claw tip and the distal tip of the tibia are pincers-shaped and large (Figure 4). Pubic lice have a strong grip on people's pubic hair thanks to these leg shapes. The first pair of legs is different

from the other two legs, and the structures of the femur, tibia, and tarsus are thinner. Due to their oval-shaped morphology and large pincer-shaped leg structure of pubic lice, these lice are also called "crab louse" (Khan, 2018; Opaneye et al., 1993; Saddozai and Kakarsulemankhel, 2008).

Thorax consists of three segments. The first of these, the one in front, is called prothorax, and the one in the middle is called mesothorax, and the one in the back is called metathorax (Figure 4). In pubic lice, these three segments are fused with each other (Burgess and Cowan 1993). As a general structure, from each segment of the chest comes a pair of legs starting with the coxa (Figure 4).

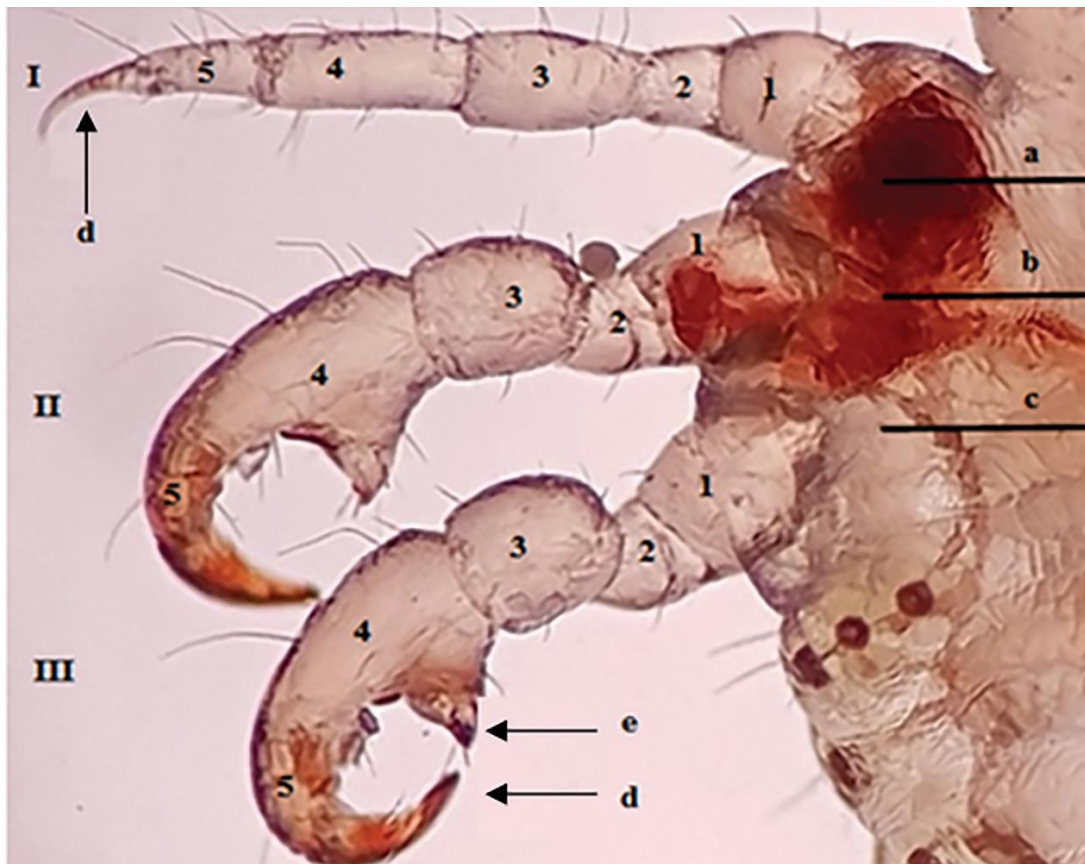


Figure 4. Extremity and thorax view of adult *Pthirus pubis*, Light microscope (x40 magnification), Thorax: a. Prothorax; b. Mesothorax; c. Metathorax, Extremiteler: I, II, III.; 1. Coxa; 2. Trochanter; 3. Femur; 4. Tibia; 5. Tarsus; d. Pretarsal claw; e. Distal tibial spine

Şekil 4. Erişkin *Pthirus pubis*'in extremiteler ve thorax görüntüsü, Işık mikroskobu (x40 büyütme), Thorax: a. Prothorax; b. Mesothorax; c. Metathorax, Extremiteler (Bacaklar): I, II, III.; 1. Coxa; 2. Trochanter; 3. Femur; 4. Tibia; 5. Tarsus; d. Pretarsal claw; e. Distal tibial spine

#### Abdominal structures

In the abdomen, which is one of the posterior body parts of pubic lice, there are intestines, reproductive organs, and other structures. If we examine these structures; tubercles located in the ventrolateral of the abdomen (Lateral tubercle, Figure 5) are hump-shaped protrusions of the body wall of the lice

towards the sides, which are hardened and sclerotized plates (Mathison and Pritt, 2014; Lee et al., 1990). The female pubic lice we examined had four pairs of lateral tubercles that were more pronounced compared to the male.

Respiratory systems of pubic lice comprise the stigma (respiratory opening) and trachea (tubule) (Figure 5-



A1 and B6). It is engaged to the stigmas located on the sides of the abdominal segments and the tracheas in the form of branched tangles. The stigmas, which serve as a breathing hole, are surrounded by a thick layer of chitin and have the form of a circular cap, which is managed by muscles. Lice can open and close their stigma voluntarily. Respiration function is fulfilled by this tracheal system as a result of muscle contractions and expansion of the body wall (Opaneye

et al., 1993; Roberts, and Janovy, 2009).

In pubic lice, the abdominal structure is short and wide compared to head and body lice, and usually, the segments are not obvious and are fused with each other (Figure 5). On the backside of the abdomen are the anus and genital organs (Figure 5A,B-3). In pubic lice, the digestive system begins with the mouth and continues with the stomach and intestines, consisting of cecum, and ends with the anus.

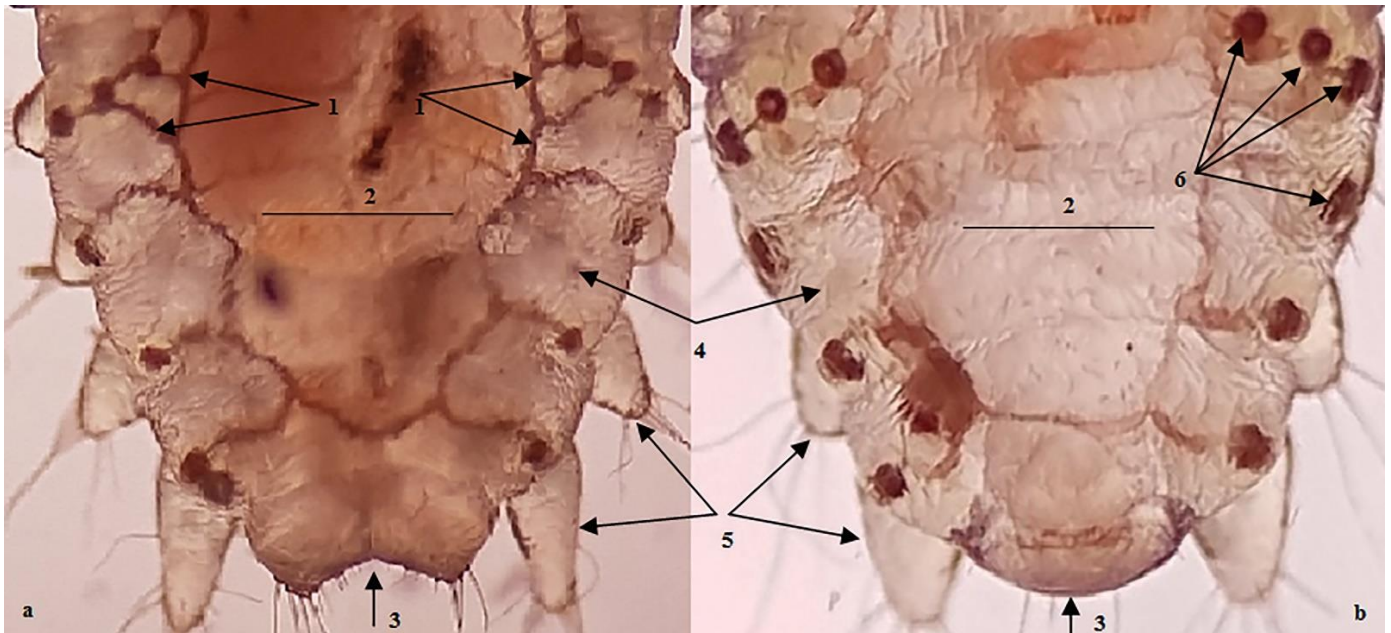


Figure 5. A. Dorsal view of adult female *Pthirus pubis*, B. Dorsal view of adult male *Pthirus pubis*, A 1. Abdominal trachea; A,B 2. Abdominal segment; A,B 3. Genital opening, anus; A,B 4. Abdominal sternite; A,B 5. Lateral tubercle; B 6: Abdominal Dorsal Stigma (spiralce)

Şekil 5. A. Erişkin Dişi *Pthirus pubis*'in dorsal görüntüsü. B. Erişkin Erkek *Pthirus pubis*'in dorsal görüntüsü. A 1. Abdominal trachea; A,B 2. Abdominal segment; A,B 3. Genital açıklık, anüs; A,B 4. Abdominal sternit; A,B 5. Lateral tubercle; B 6: Abdominal Dorsal Stigma'lar (spiralce)

### Metamorphosis and physiological properties of pubic lice

The habitats of pubic lice have large cosmopolitan biogeography (habitat kaynağı), including nearctic, paleartic and neotropical areas. *P. pubis* species, which have a wide distribution around the world as habitat, specifically only host humans. These blood-fed lice are ectothermic and hemimetabola insects due to their physiological structure, and their development occurs in three stages in the form of eggs, nymphs (young lice) and adults. Young pubic lice pass through three nymph stages, reaching sexual maturity after about 23 days and turning into adult lice. The life span of pubic lice is about one month. Morphologies of nymphs and adult pubic lice are similar (Burkhart and Burkhart, 1999; Durden and John, 2009). In the study, the taxonomy of adult males and females is examined because they are larger and more prominent. Pubic lice can live no more than 24 hours when they leave their host. Pubic

lice, which can reproduce throughout the year, show a dioecious (separate sex) sexual dimorphism. Reproduction occurs sexually through the reproductive organs (Figure 5 A,B-3) in the genital opening of male and female lice, and the gestation period of females is 6-8 days. At the end of pregnancy, a female lays about 30 eggs on hairs in the pubic and perianal region of people, and less on axilla, chest hair, beard, eyelashes, and eyebrows. Eggs that stick to the hairs are called nits. Female pubic lice leave their eggs after providing nutrients to them (Altınsoy et al., 2018; Roberts and Janovy, 2009).

### The parasitic infestation of pubic lice

As an ectoparasite, *P. pubis* infestations affect 1-2% of the world's population. It is reported that infestation is mostly seen in unhygienic places with high population density and in sexually active individuals aged 15-45 (Wu et al., 2000). In the study, the patient we took lice samples from was 22 years old and

sexually active. The area where the patient lived was a rural area and he was dealing with sheep and goat breeding. However, pubic lice are not a zoonotic parasite, and disease sources have not been associated with his occupation. With the anamnesis information obtained from the patient, it could not be understood how pubic lice were transmitted.

*P. pubis*, which can infrequently settle on the eyebrows and eyelashes, can lead to the symptoms of pitriasis palpebrarum, characterized by severe itching in the eyelids. In the case we took samples from, lice only settled in the pubic and perianal region. In inguinal lice, the infectious stage is observed in adults and can be transmitted from person to person, mostly through sexual contact, less through clothing, contaminated toilets, and beds (Anderson and Chaney 2009). In different studies, it has been shown that pubic lice can be transmitted between family members, not only between spouses but also especially young children who are in close contact with their parents, by settling on the eyelids and clinically leading to pitriasis palpebrarum (Veraldi et al., 2009; Altınoy et al., 2018). In the study, the wife and children of the clinical case that we evaluated did not have a history of the disease. *P. pubis* is less mobile (10 cm/day) than other species of lice (head-body lice, 23 cm/min) and can stay on human skin for days by clinging tightly to the host skin and hair with its crab-like strong claws and mouth organelle (Burkhart, 2003).

## CONCLUSION

Consequently, pubic lice lead to superficial and local clinical symptoms in the areas of the body where they settle in the host but do not transmit pathogenic bacteria. In parasitic infestations that develop with these lice, clinical samples should be taken and studied parasitologically and the correct diagnosis should be made by determining the morphological characteristics of lice.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Altınoy F, Alver O, Doğanay S 2018. A Rare Case of Blepharitis: Phthiriasis Palpebrarum. *Turkiye Parazit Derg* 42(1):90–92.
- Anderson AL, Chaney E 2009. Pubic lice (*Pthirus pubis*): history, biology and treatment vs. knowledge and beliefs of US college students. *Int J Environ Res Public Health* 6:592-600.
- Burgess NRH, Cowan GO 1993. *Lice*. Pp. 81-88. In: A Colour Atlas of Medical Entomology (ed. N.R H Burges, GO Cowan). Springer, Dordrecht, London, UK, 1-140 sy.
- Bonilla DL, Durden LA, Eremeeva, ME, Dasch GA 2013. The biology and taxonomy of head and body lice--implications for louse-borne disease prevention. *PLoS Pathog* 9:e1003724.
- Burkhart CN 2003. Fomite transmission with head lice: a continuing controversy. *Lancet* 361:99–100.
- Burkhart CN, Burkhart CG 1999. Odds and ends of head lice: characteristics, risk of fomite transmission, and treatment. *J Clin Dermatol* 2: 15–18.
- Dehghani R, Limoe M, Ahaki AR 2013. First report of family infestation with pubic louse (*Pthirus pubis*; Insecta: Anoplura: Pthiridae) in Iran a case report. *Trop Biomed* 30:152–154.
- Durden LA, John E 2009. Lice (Phthiraptera), Chapter 4, pp. 45-65. In: *Medical and Veterinary Entomology* (ed. GR Mullen and LA Durden). Elsevier Press, Amsterdam, Holland, 1-597 sy.
- Durden LA, Kessler SE, Boundenga L, Ngoubangoye B, Tsoumbou TA, Moussadji-Kinga CI, Halbwx M, Setchell JM, Nichols J, Greiman SE 2020. A New Species of Sucking Louse from the Mandrill from Gabon with a Review of Host Associations and Geographical Distributions, and Identification Keys to Members of the Genus *pedicinus* (Phthiraptera: Anoplura: Pedicinidae). *J Parasitol* 106(2):221–232.
- Khan T 2018. Phthiriasis palpebrarum presenting as anterior blepharitis. *Indian J Public Health* 62: 239–241.
- Kraus SJ, Glassman LH 1976. The crab louse-review of physiology and study of anatomy as seen by the scanning electron microscope. *J Am Vener Dis Assoc* 2(4):12-18.
- Lee JS, Lee WK, Cho BK 1990. Morphological Study of Korean Pubic Louse, *Pthirus pubis* (Linnaeus, 1758) by Light and Scanning Electron Microscopy. *Korean J Dermatol* 28(1):26-33.
- Light JE, Smith VS, Allen JM, Durden LA, Reed DL 2010. Evolutionary history of mammalian sucking lice (Phthiraptera: Anoplura). *BMC Evol Biol* 22:292.
- Light JE, Toups MA, Reed DL 2008. What's in a name: the taxonomic status of human head and body lice. *Mol Phylogenet Evol* 47:1203-16.
- Mathison BA, Pritt BS 2014. Laboratory identification of arthropod ectoparasites. *Clin Microbiol Rev* 27:48-67.
- Nuttall GHF 1918. The Biology of *Pthirus pubis*. *Parasitol* 10: 383–405.
- Opaneye AA, Jayaweera DT, Walzman M, Wade AA 1993. Pediculosis pubis: a surrogate marker for sexually transmitted diseases. *J R Soc Health* 113(1):6-7.
- Ortega Insaurralde I, Minoli S, Toloza AC, Picollo MI, Barrozo RB 2019. The Sensory Machinery of the

- Head Louse *Pediculus humanus capitis*: From the Antennae to the Brain. *Front Physiol* 10:434.
- Pakeer O, Jeffery J, Mohamed AM, Ahmad, F, Baharudin O 2007. Four cases of pediculosis caused by *Pthirus pubis* Linnaeus, 1758 (Diptera: Anoplura) from peninsular Malaysia. *Trop Biomed* 24(2):101–103.
- Palanisamy AP, Kanakaram KK, Vadivel S, Kothandapany S 2015. *Indian Dermatol Online J* 6 (5):375.
- Roberts LS, Janovy J 2009. Parasitic Insects: Chewing and Sucking Lice, Chapter 36, sy. 570-573. In: *Foundations of Parasitology* (ed. G.D. Schmidt and L.S. Roberts). McGraw-Hill Companies, New York, USA, 1-660 sy.
- Saddozai S, Kakarsulemankhel J 2008. Infestation of head lice, *Pediculus humanus capitis*, in school children at Quetta City and its suburban areas, Pakistan. *Pakistan J Zool* 40(1): 45-52.
- Salavastru CM, Chosidow O, Janier M, Tiplica GS 2017. European guideline for the management of pediculosis pubis. *JEADV* 31:1425–1428.
- Scanni G 2012. Human phthiriasis. Can dermoscopy really help dermatologists? *Entodermoscopy: a new dermatological discipline on the edge of entomology. G Ital Dermatol Venereol* 147(1):111-117.
- Shakya M, Jayraw AK, Singh, M 2018. Pubic lice infestation in man from Mhow, Madhya Pradesh. *J Parasit Dis* 42(3):402-404.
- Veraldi S, Pontini P, Nazzaro G 2018. *Phthirus pubis* Infestation of the Scalp: A Case Report and Review of The Literature. *Korean J Parasitol* 56(5): 487-489.
- Weiss RA 2009. Apes, lice and prehistory. *J Biol* 8(2):20.
- Wu N, Zhang H, Sun FY 2017. Phthiriasis palpebrarum: A case of eyelash infestation with *Pthirus pubis*. *Exp Ther Med* 13(5):2000-2002.



## An Ethnobotanical Field Survey in the Kadınhanı District of Konya in Turkey

Yavuz BAĞCI<sup>1\*</sup>, Levent KESKİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Selcuk, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Botanic, 42250 Kampüs / KONYA, <sup>2</sup>University of Selcuk, Faculty of Biology, Department of Biology Botanic, 42250 Kampüs / KONYA

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2343-3672>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-8711-1763>

✉: [ybagci@selcuk.edu.tr](mailto:ybagci@selcuk.edu.tr)

### ABSTRACT

The Kadınhanı district (Konya) is located in the Central Anatolia of Turkey. The objective of this study was to record the traditional knowledge of wild edible plants used by indigenous people in Kadınhanı, where no ethnobotanical studies have been conducted previously. This study was carried out in Kadınhanı district in April 2009-October 2011 to document the traditional knowledge of wild edible plants. Overall, 153 people who live or have lived in 4 towns, 37 villages and 9 neighborhoods were interviewed. Among the plants in the research area, it was determined that 108 species belonging to 39 families were used for food (75 uses), treatment (56 uses), feed (22 uses), materials (13 uses), ornaments (2 uses), fuel (9 uses) and for various purposes (2 uses) were used.

### Research Article

#### Article History

Received : 27.01.2021

Accepted : 10.06.2021

#### Keywords

Central Anatolia  
Medicinal plant  
Plant-Human Relationships  
Ethnobotanical  
Kadınhanı

## Türkiye'de Konya İli Kadınhanı İlçesi'nde Bir Etnobotanik Alan Çalışması

### ÖZET

Kadınhanı ilçesi (Konya) Türkiye'nin Merkez Anadolu bölgesinde yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı, daha önce etnobotanik çalışmaların yapılmadığı Kadınhanı'nda yerli halk tarafından kullanılan yabani yenilebilir bitkilere ilişkin geleneksel bilgileri kayıt altına almaktır. Bu çalışma, yabani yenilebilir bitkilerin geleneksel bilgisini belgelemek amacıyla Nisan 2009-Ekim 2011 tarihleri arasında Kadınhanı ilçesinde yapılmıştır. 4 kasaba, 37 köy ve 9 mahallede yaşayan ya da yaşamış olan 153 kişi ile görüşülmüştür. Araştırma alanındaki bitkilerden toplamda 39 familyaya ait 107 türün gıda (75 kullanım), tedavi (56 kullanım), yem (22 kullanım) eşya (13 kullanım), süs (2 kullanım), yakacak (9 kullanım) ve çeşitli amaçlar için (2 kullanım) kullanıldığı tespit edilmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 27.01.2021

Kabul Tarihi : 10.06.2021

#### Anahtar Kelimeler

Orta Anadolu  
Tıbbi bitki  
Bitki-İnsan İlişkileri  
Etnobotanik  
Kadınhanı

**To Cite :** Bağcı Y, Keskin L 2022. An Ethnobotanical Field Survey in the Kadınhanı District of Konya in Turkey. KSU J. Agric Nat 25 (2): 312-336. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.865880.

### INTRODUCTION

Traditional knowledge of plants and their uses is the result of thousands of years of experience (Addis et al. 2005). Interest in the use of wild food sources has increased in recent years. Valuable nutritional supplements, including trace elements, vitamins and minerals, are acquired from many wild plants (Łukasz 2012; Lev and Amar 2000; Sezik et al. 2001; Ertug et al. 2003; Ghorbani 2005; Baytop 2007; Teklehaymanot et al., 2007; Kargioğlu et al. 2008, 2010; Uğulu et al. 2009; Sarper et al. 2009; Öztürk and Ölçülü 2011; Demirci and Özhatay 2012; Sağıroğlu et al. 2012; Sargın et al. 2013; İnan et al. 2012; Arı et al. 2014, 2015; Hayta et al. 2014; Güler et al. 2015). Like in many other fields, the uses of wild plants are not transmitted to young generations and are forgotten in time. Unfortunately, in a country with a rich flora like

Turkey, since young people lack the desire to acquire this knowledge, ethnobotanical studies are of great importance to prevent loss of knowledge. Kadınhanı is important in terms of its location in the center of Central Anatolia Region at an altitude of 1128 m, surrounded by forest and mountainous areas to the south. A lot of floristic studies have been done in recent years and previous studies in the literature analyzed traditional ethnobotanical knowledge and herbs in various regions of Turkey (Baytop 1984, 1999; Honda et al 1996; Tuzlacı 1999; Sezik et al. 2001; Tuzlacı and Aymaz 2001; Yeşilada et al. 1995, 1999, 2001; Ertuğ 2000, 2004; Malyer et al. 2004; Özgen et al. 2004; Şimşek et al. 2004; Everest and Öztürk 2005; Ezer and Arısan 2006; Kargioğlu et al. 2008; Akan et al. 2008; Uğulu et al. 2009; Polat and Satıl 2011; Çakılcıoğlu et al. 2011; Durmuşkahya and Özhatay 2013), and reveal that there is not published data on the region studied.



Therefore, ethnobotanics of Kadınhanı (Konya) region will be reported for the first time in the present study. The aim of this study is to reveal the ethnobotanical characteristics of the plants that spread around Kadınhanı (Konya) and its surroundings.

### MATERIAL and METHOD

Kadınhanı is a district of Konya city, which is located in the Central Anatolia region of Turkey (Fig. 1). This area lies at an altitude of approximately 1128 m a.s.l. Kadınhanı district consists of 4 towns, 37 villages and 9 neighborhoods settlements.

Kadınhanı has a continental climate. The summers are hot, and the winters are cold. This area belongs to the Irano-Turanian Plant Geography Region and falls within the C4 grid square according to the grid classification system developed by Davis (Davis 1965-1985).

The study area is covered with mixed forests (*Quercus cerris* L., *Quercus pubescens* Wild., *Quercus robur* L., *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, *Cistus laurifolius* L.) and a variety of plants (*Sinapis arvensis* L., *Echium italicum* L., *Chenopodium album* L., *Achillea arabica* Kotschy., *Achillea santolinoides* subsp. *wilhelmsii* (K. Koch) Greuter v.s.). Continental climate prevails in the region. The region has an annual average precipitation of 320- 431 mm with Mediterranean precipitation regime. Annual average temperature varies between 11-11.4 °C.

A questionnaire was utilized in the study and was administered to local people living in Kadınhanı center and its environs containing 37 villages (Figure 1).

To collect data for the present study, the questionnaire was administered to a total of 153 individuals residing in district center and 37 villages area, where plants are frequently used, between 2009 and 2011 years.

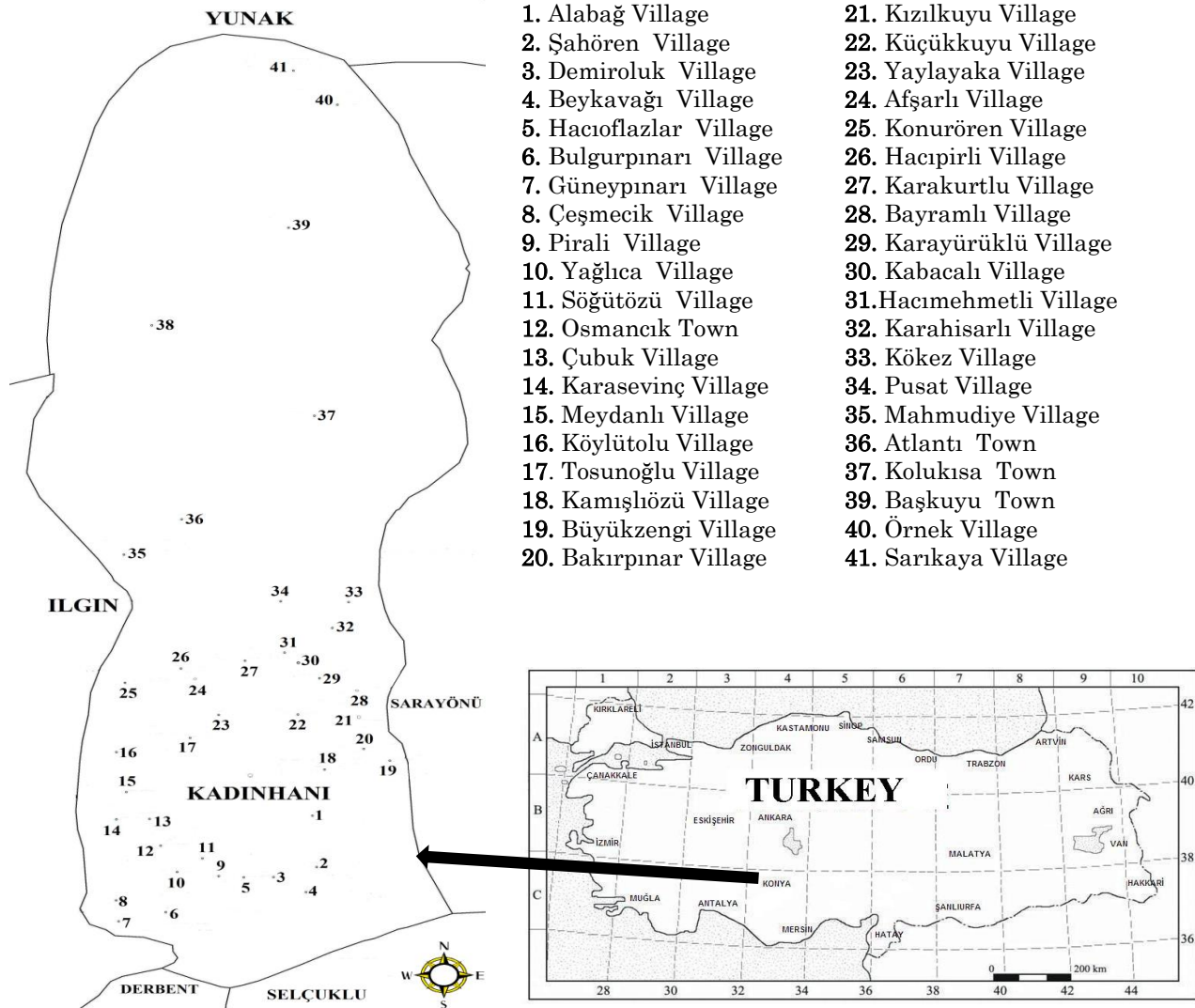


Figure 1. Map of information sources and study area  
Şekil 1. Bilgi kaynakları ve çalışma alanı haritası

The participants' gender, age, profession and educational status were recorded. The individuals who participated in questionnaire were asked questions such as local names of the plants they use; usage type of the plants such as food, drug, decorative item, fuel, animal food, belief, and used parts of the plants; method of preparation and application of them and from whom they acquired knowledge about plants.

The interviews conducted in villages and data were collected from men during conversations particularly in village coffee houses or village houses in this locality. The women were also interviewed, and they were asked in their houses and gardens. Collected data were also recorded. The data collected from women mostly consisted of uses of the plants used as food, women's and children's ailments. It was found that a significant portion of the ethnobotanical knowledge in villages was acquired from Yörüks, old people, and shepherds. Data on animals, animal diseases and food plants specified by the shepherds were also recorded.

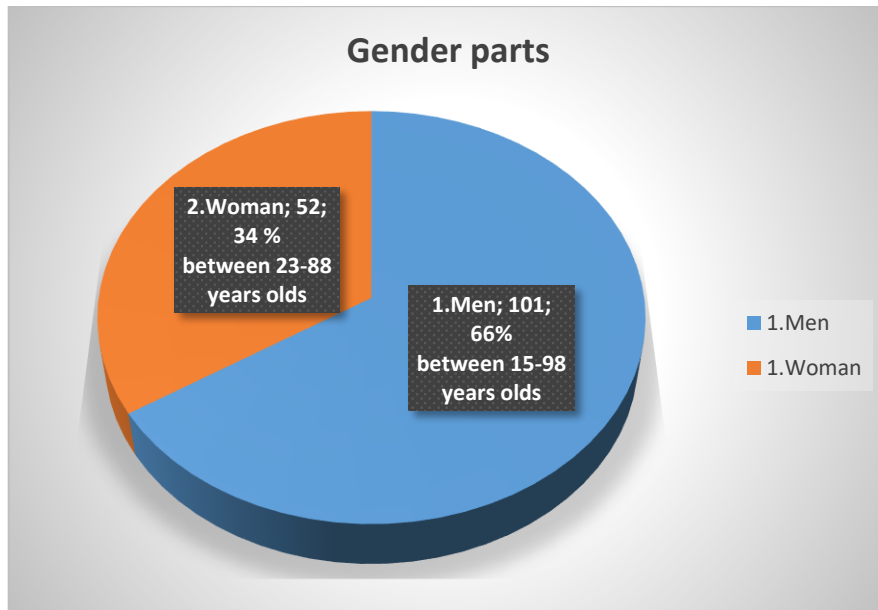
An ethnobotanical study was carried out between April 2009 and October 2011 to collect the knowledge of wild edible plant species being used by the local people in Kadınhanı district and the surrounding areas. During

this time, 107 plant specimens were collected. The collected plants were identified by the authors using 'Flora of Turkey (Davis 1965-1985), 'A Checklist of the Flora of Turkey (Vascular Plants) (Güner et al. 2012), 'Illustrated Flora of Turkey Vol 1 (Güner 2014) and 'Illustrated Flora of Turkey Vol 2 (Güner et al. 2018). Voucher specimens were deposited at the Herbarium of Faculty of Science, University of Selçuk (KNYA). The scientific names of the plant taxa were identified according to 'A Checklist of the Flora of Turkey (Vascular Plants) (Davis 1985-1985) and The Plant List (2013).

Field studies were performed in first shoot development, efflorescence, fructification and seed periods. Harvesting, pressing and drying processes of these plants were photographed. Approximately 3000 photographs were taken during the study.

## RESULTS and DISCUSSION

A total of 153 individuals participated in the study during the mentioned period above. Of the participants, 101 were male within the age range of 15-98; 52 were female within the age range of 23-88 (Figure 2).



**Figure 2.** Age and gender distribution of the participants  
**Şekil 2.** Katılımcıların yaş ve cinsiyet dağılımı

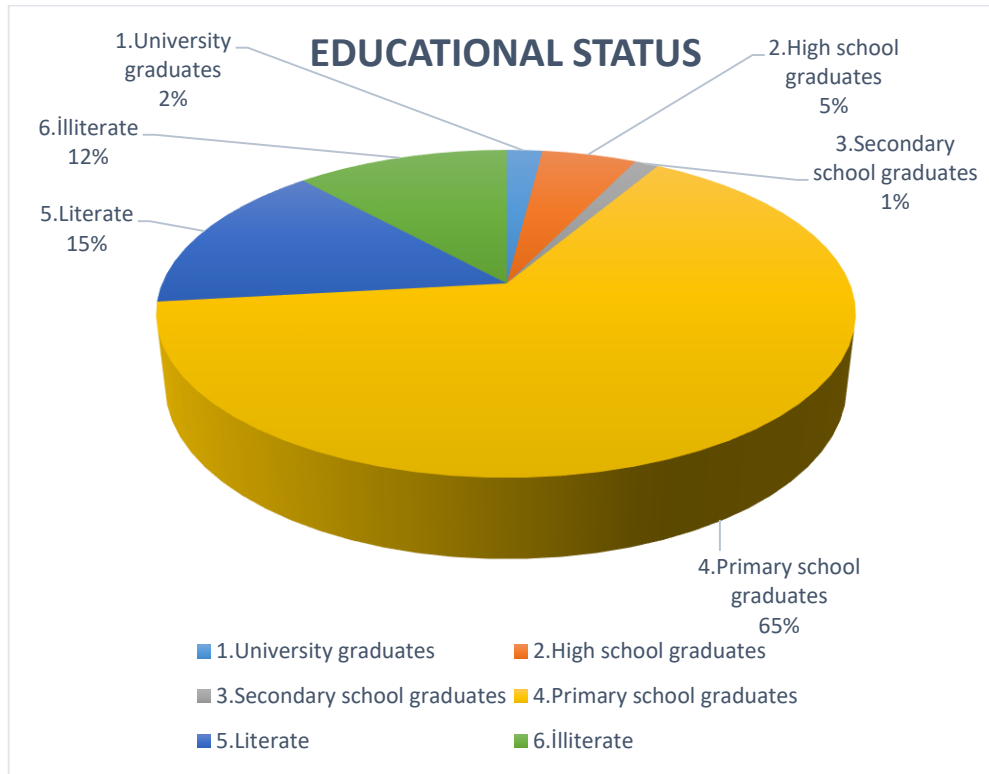
Of these participants, 3 (4.59%) held licence degrees; 8 (5.22%) were high school graduates; 2 (1.30%) were secondary school graduates; 99 (64.70%) were primary school graduates; 23 (15.03%) were literate and 18 (11.76%) were illiterate (Figure 3).

It is observed during the questionnaire work in villages that population of the villages dropped due to economic reasons since young population migrated to large cities to find jobs. Another reason for the decrease in

population in the village is scarce agricultural lands in mountain villages and inadequate economic gain from agricultural in plain villages. For these reasons, young population prefers to work in organized industrial zones in Konya city center. In addition to these negative situations, the death of aged people, reduction in a number of shepherds caused young people to forget ethnobotanical knowledge they have learned from their elders and applied so far. Although young people

in the locality did not use them frequently, when ethnobotanical plants are sold in city bazaars, they

supply and use these plants under the light of their old knowledge even when they are far from their villages.



**Figure 3.** Educational status of 153 individuals participated in the questionnaire

**Şekil 3.** Ankete katılan 153 kişinin eğitim durumu

The plants identified in the study are presented in a table specifying family name, their general name, local name, used part, and usages. A total of 107 plants with different uses are identified in the study (Table 1). Of 88 genus belonging to 39 families were identified: Amaranthaceae (1), Anacardiaceae (1), Apiaceae (2), Asparagaceae 1, Asteraceae (22), Berberidaceae (1), Boraginaceae (1), Brassicaceae (6), Caryophyllaceae (3), Cistaceae (1), Convolvulaceae (1), Cupressaceae (2), Elaeagnaceae (1), Euphorbiaceae (1), Fabaceae (8), Fagaceae (3), Geraniaceae (1), Juglandaceae (1), Lamiaceae (12), Malvaceae (2), Moraceae (1), Nitrariaceae (1), Papaveraceae (2), Pinaceae (1), Plantaginaceae (2), Plumbaginaceae (2), Poaceae (3), Polygonaceae (4), Portulacaceae (1), Ranunculaceae (1), Rhamnaceae (1), Rosaceae (8), Salicaceae (3), Santalaceae (1), Scrophulariaceae (1), Solanaceae (1), Thymelaeaceae (1), Urticaceae (1), Verbenaceae (1), (Figure 4).

It is observed that 56 of these plants are used for medicinal purposes; 75 for food purposes; 13 for manufacturing different materials; 9 for fuel; 2 for belief practice and 2 as decorative items. Used parts of the plants identified in our study can be listed as follows: root, stem, basal leaves and leaves, tubers, flower, seeds, fresh shoots, fruits, thin branch barks (Table 2, Fig. 5; Fig. 7 a-g; Fig. 7 h-k; Fig. 8 a-u; Fig. 9 a-s).

It is also observed that the plants are used as food in 10 different ways; while the plants are used for medicinal purposes in 30 different ailments. Others are used as fuel, materials, for belief and as decorative plants (Table 3). In the study, it is noticed that folk medicine did not lose its popularity. It is found that 56 plants with different pharmacological effects have been used in folk medicine, to treat various ailments such as infections, diabetes, diarrhea, and hemorrhoids (Table 4). They are also used in different parts of the body for various symptoms such as pain relief, antypretic, abdominal pain (Table 5).

The findings of the present study are not in agreement from those of previous ethnobotanical studies conducted in Turkey.

In a study carried out by Saday (2009) titled as "Ethnobotanical Properties of Güzeloluk Village and its Surrounding (Erdemli/MERSİN)" the plant *Dianthus zonatus* Fenzl. was named as "Karanfil" and it was reported that this plant was used for medicinal purposes to relieve common cold and that it was also used as a spice. However, in our study, the same plant was called a different name "Çingene kızı, Siğil otu" and it was observed that this plant was used in dermatological disorders particularly to treat warts. In the study of Saday, (2009) *Juniperus oxycedrus* L. was called "Yaban ardıç", and it was reported that the plant

**Table 1.** Plants in Kadınhanı and its vicinity and their uses

**Tablo 1.** Kadınhanı ve çevresinde bitkiler ve kullanımları

Family name ( <i>Familya adı</i> )	Latin name ( <i>Latince adı</i> )	Local name ( <i>Yerel adı</i> )	Used part ( <i>Kullanılan kısmı</i> )	Uses ( <i>Kullanım amacı</i> )	Preparation ( <i>Hazırlanması</i> )
Amaranthaceae	<i>Chenopodium album</i> L. var. <i>album</i>	Sirken	Leaf	Food	Fresh leaves are used as filling ingredients in pastry.
Anacardiaceae	<i>Rhus coriaria</i> L.	Sumak	Fruit	Food	Dried fruits are grinded and used as spice.
Apiaceae	<i>Anethum graveolens</i> L.	Dereotu	Leaf	Food	Dried leaves are used as spice.
Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) A. W. Hill.	Maydanoz	Leaf, Stem	Food, Medicinal	Raw leaves are used in salads, dried plant is used as spice. Decoction of leaf stems is consumed to relieve rheumatic pains and for the fragmentation of kidney stones.
Asparagaceae	<i>Ornithogalum orthophyllum</i> Ten.	Kedi soğanı	Bulb	Medicinal	Fresh and cooked bulbs are used to remove boils.
Asteraceae	<i>Achillea biebersteinii</i> Afan.	Arı çiçeği	Flower	Food	Fresh flowers are meshed in press and eaten raw to treat abdominal pain. Decoction of dried flowers is used to treat abdominal pain, stomach pain and as antidiabetic and to lower cholesterol.
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i> L. subsp. <i>millefolium</i> L.	Arı çiçeği	Flower	Medicinal	Fresh flowers are meshed in press and eaten raw to treat abdominal pain. Decoction of dried flowers is used to treat abdominal pain, stomach pain and as antidiabetic and to lower cholesterol
Asteraceae	<i>Achillea wilhelmsii</i> C. Koch	Dingildana	Stem, Leaf, Flower	Food	Whole of the raw plant is used as animal food.
Asteraceae	<i>Anthemis austriaca</i> Jacq	Papatya	Flower, Leaf	Food, Medicinal	Basal leaves which are collected before efflorescence are eaten raw. Tea made of its dried flowers is used to ease breathing in dyspnea; as painkiller in urinary tract infections and stomach pain; tea made with the mixture of this plant and ebegümeçi has antipyretic, anti-inflammatory effects while tea made with the mixture of this plant with thyme has antidiabetic effect.
Asteraceae	<i>Artemisia santonicum</i> L.	Acı Yavşan	Leaf, Stem	Medicinal	It is used to make incense (burning of dried leaves and stem) to ease breathing of sick animals.
Asteraceae	<i>Carduus nutans</i> L.	Keçi kangalı	Leaf, Flower	Food	Small ruminants eat this plant raw.
Asteraceae	<i>Centaurea depressa</i> Bieb.	Gökbaş	Leaf,	Food	It fresh and dried plant is used as animal food.
Asteraceae	<i>Centaurea solstitialis</i> L. subsp. <i>solstitialis</i> L.	Su dikeneni, Saribaş dikeneni	Stem, Leaf, Flower	Food, Medicinal	Hay of the dried whole plant is used as animal food. Fresh flowers are eaten raw as a painkiller to treat abdominal pain.
Asteraceae	<i>Chondrilla juncea</i> L. var. <i>juncea</i> L.	Çıtlık	Stem, Aerial parts, Fresh root	Food	Fresh basal leaves are eaten raw.
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i> L.	Çöplü Güneyik	Root, end of fresh sprouts, Leaf, stem	Food	Fresh basal leaves are eaten raw. In addition, decoction of dried fresh root and shoots are consumed as tea.
Asteraceae	<i>Eryngium campestre</i> L. var. <i>virens</i> Link	Boğa dikeneni, Yelkovdu dikeneni	Root, Leaf, Flower	Medicinal	Fresh leaves are wrapped on the wound in snake bites; leaves and flowers are boiled and wrapped on the bite as a mash to remove the poison. Decoction of dried leaves and flowers is consumed as tea to treat gynecological diseases and body wounds.
Asteraceae	<i>Helichrysum plicatum</i> DC. subsp. <i>plicatum</i> DC.	Şeker otu	Flower, Leaf, Root	Medicinal	Fresh flowers and decoction of dried roots and leaves as tea are consumed as antidiabetic in diabetes.
Asteraceae	<i>Inula montbretiana</i> DC.	Şalba	Stem, Leaf, Flower	Medicinal	Whole plant is boiled in water, applied on the wound and used as antiseptics in animals.



**Table 1.** (continued) Plants in Kadınhanı and its vicinity and their uses

**Tablo 1.** Kadınhanı ve çevresinde bitkiler ve kullanımları

Family ( <i>Familiya adı</i> )	name ( <i>Latince adı</i> )	Latin name ( <i>Latince adı</i> )	Local name ( <i>Yerel adı</i> )	Used part ( <i>Kullanılan kısmı</i> )	Uses ( <i>Kullanım amacı</i> )	Preparation ( <i>Hazırlanması</i> )
Asteraceae		<i>Lactuca serriola</i> L.	Acı marul, mikirge	Leaf	Food	Fresh leaves are consumed raw.
Asteraceae		<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>pisidica</i> (Boiss. & Heldr.) Rech. Fil.	Kaba ot	Leaf , Flower, Stem	Food	Whole fresh plant is used as animal food.
Asteraceae		<i>Onopordum bracteatum</i> Boiss. & Heldr. var. <i>bracteatum</i> Boiss. & Heldr.	Deve dikenini	Stem, Leaf	Medicinal	Decoction of freshly collected stem and leaves is consumed to treat cardiac disorders.
Asteraceae		<i>Scorzonera cana</i> (C. A. Meyer) Hoffm. var. <i>cana</i> (C. A. Meyer) Hoffm.	Tekesakalı Dedesakalı	Leaf, Stem	Food	Fresh leaves are used in salads and wraps.
Asteraceae		<i>Taraxacum macrolepium</i> Schischkin	Keklik otu, karlan kavuk	Leaf	Medicinal	Fresh leaves are eaten raw in salads and in wraps. Decoction of dried flowers is consumed to clean blood.
Asteraceae		<i>Taraxacum officinale</i> Wiggers.	Güneyik	Leaf, Root, end of fresh sprouts	Food	Fresh basal leaves are eaten raw. In addition, dried fresh root and shoots are consumed as tea.
Asteraceae		<i>Tragopogon buphthalmoides</i> (DC.) Boiss. var. <i>buphthalmoides</i> (DC.) Boiss.	Yemlik	Leaf, Stem, Flower	Food	Fresh leaves are eaten raw in salads and in wraps.
Asteraceae		<i>Tragopogon latifolius</i> Boiss. var. <i>angustifolius</i> Boiss.	Sakız şalbası	Stem	Food	The trunk of the plant is cut at night and a cup is placed beneath. The milk extracted from this cut accumulates here. The milk is collected and gum is made from it in the morning.
Asteraceae		<i>Tragopogon latifolius</i> Boiss. var. <i>latifolius</i> Boiss.	Emlik	Leaf, Stem, Flower	Food	Fresh first growing leaves and thin stem are eaten raw in salads and wraps; flowers are eaten raw.
Berberidaceae		<i>Berberis crataegina</i> DC.	Karamik	Root, Fruit, Leaf	Food , Medicinal	Fresh leaves and fruits are consumed raw and used to make marmalade. Animals are drunk decoction of roots to get rid of parasites in their body.
Boraginaceae		<i>Echium italicum</i> L.	Danadili	Stem, Leaf, Flower	Food	Fresh plant is used as animal food.
Brassicaceae		<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i>	Lahana	Leaf	Food, Medicinal	Fresh leaves are used to make pickle; they are boiled and used to cook stuffed cabbage. Boiled leaves are wrapped on the chest to treat coughing in pneumonia. They are wrapped in joints to relieve rheumatic pains.
Brassicaceae		<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Çircucuva, cıtırcucuva	Leaf	Food	Fresh leaves are used in salads and wraps.
Brassicaceae		<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	Babatça	Flower	Food	Infusion of dried flowers in boiled water is consumed as tea.
Brassicaceae		<i>Eruca sativa</i> Mill.	Roka	Leaf	Food	Fresh leaves are eaten raw.
Brassicaceae		<i>Lepidium sativum</i> L. subsp. <i>sativum</i>	Tere	Leaf	Food	Fresh leaves are used in salads and wraps.
Brassicaceae		<i>Sinapis arvensis</i> L.	Hardal	Leaf	Food	Basal leaves are eaten raw and used to cook a meal called "Borani".
Caryophyllaceae		<i>Dianthus zonatus</i> Fenzl. var. <i>zonatus</i>	Çingene kızı, Siğil otu	Flower	Medicinal	Raw flowers are meshed and applied on the skin to remove warts.
Caryophyllaceae		<i>Silene conoidea</i> L.	Emzik otu	Seed	Food	Seeds are eaten raw.

**Table 1.** (continued) Plants in Kadınhanı and its vicinity and their uses

**Tablo 1.** Kadınhanı ve çevresinde bitkiler ve kullanımları

Family ( <i>Familiya adı</i> )	name ( <i>Latince adı</i> )	Latin name ( <i>Latince adı</i> )	Local name ( <i>Yerel adı</i> )	Used part ( <i>Kullanılan kısmı</i> )	Uses ( <i>Kullanım amacı</i> )	Preparation ( <i>Hazırlanması</i> )	
Caryophyllaceae		<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke.	Borana, Boramı	Leaf	Food	Basal leaves and fresh leaves are used to cook a meal called <b>Borana</b> .	
Cistaceae		<i>Cistus laurifolius</i> L.	Yavşanak	Flower, Stem	Leaf, Firewood	Medicinal, Firewood	Decoction of first growing flowers is used to treat ulcer; infusion of dried fruits are consumed as tea for cancer treatment. Fresh leaves are boiled, heated and applied on joints to relieve rheumatic pain; application of fresh leaves on boils matures the boils; dried trunk and branches are used as fuel.
Convolvulaceae		<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Ulama otu	Leaf , Flower	Food	The plant is used as animal food for small ruminants.	
Cupressaceae		<i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. subsp. <i>excelsa</i>	Gilik Üzüümü	Fruit	Medicinal	Fresh fruits are consumed to remove kidney Stones; decoction of dried fruits is consumed to relieve abdominal gas; and dried fruits are grinded and consumed. The stem of the plant is used as construction material.	
Cupressaceae		<i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i>	Diken Ardiç	Fruit	Medicinal	Raw fruits are consumed to lose weight; decoction of dried fruits is used to relieve abdominal gas and dried fruits are grinded and consumed. The stem of the plant is used as construction material.	
Elaeagnaceae		<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	İğde	Flower, Seed	Fruit, Medicinal, Belief	Food, Fruits of the plant are eaten raw. Infusion of dried first growing flowers is consumed as vasolidator. Since the seeds are believed to protect children from evil eye, amulets are made from the seeds of the plant.	
Euphorbiaceae		<i>Euphorbia kotschyana</i> Fenzl	Sütleğen	Stem	Medicinal	The extract obtained from the cut stem of the plant is applied on the skin to treat hemorrhoids, dermatitis and warts.	
Fabaceae		<i>Astragalus microcephalus</i> Willd.	Geven	Stem, Root	Food	Fresh plant is used as animal food.	
Fabaceae		<i>Medicago sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i> L.	Yaban yoncası	Stem, Flower	Leaf, Food	Fresh plant is used as animal food.	
Fabaceae		<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	Yaban yoncası	Stem, Flower	Leaf, Food	Fresh plant is used as animal food.	
Fabaceae		<i>Onobrychis armena</i> Boiss. & Huet.	Tirfil	Stem, Flower	Leaf, Food	Fresh plant is used as animal food..	
Fabaceae		<i>Trifolium repens</i> L. var. <i>giganteum</i> Lag.-Foss.	Yonca	Stem, Flower	Leaf, Food	Fresh plant is used as animal food.	
Fabaceae		<i>Vicia sativa</i> L. subsp. <i>nigra</i> (L.) Ehrh. var. <i>nigra</i> (L.) Ehrh.	Kır fasılı	Stem, Flower	Leaf, Food	Fresh plant is used as animal food.	
Fabaceae		<i>Vicia narbonensis</i> L.	Yılan fasılı	Stem, Flower	Leaf, Food	Fresh plant is used as animal food.	
Fagaceae		<i>Quercus cerris</i> L. var. <i>cerris</i>	Keçi peliti	Leaf, Fruit	Food, Medicinal	Dried leaves and fresh fruits are used as animal food. Fruits are boiled and consumed for antidiabetic purposes. The trunk of the plant is used to produce various tools and as fuel.	
Fagaceae		<i>Quercus pubescens</i> Wild	Pelit	Leaf, Fruit	Food	Dried leaves and fresh fruits are used as animal food. The trunk of the plant is used to produce various tools and as fuel.	
Fagaceae		<i>Quercus robur</i> L. subsp. <i>robur</i>	Pelit (Yenilen)	Fruit	Food	Dried leaves and fresh fruits are used as animal food. Fruits are boiled and consumed as antidiabetic. The trunk of the plant is used to produce various tools and as fuel	

**Table 1.**(continued) Plants in Kadınhanı and its vicinity and their uses

**Tablo 1.** Kadınhanı ve çevresinde bitkiler ve kullanımları

Family name ( <i>Familiya adı</i> )	Latin name ( <i>Latince adı</i> )	Local name ( <i>Yerel adı</i> )	Used part ( <i>Kullanılan kısım</i> )	Uses ( <i>Kullanım amacı</i> )	Preparation ( <i>Hazırlanması</i> )
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Herit subsp. <i>cicutarium</i>	İnnelik	Leaf	Food	Fresh leaves are eaten raw in salads and in wraps.
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	Ceviz	Leaf, the first flowers blooming, Fruit	Food, Medicinal	Fruits are eaten raw.  Decoction of dried first growing shoots is consumed for leukemia.  Leaves of the plant which are kept in freezer are wrapped on the body to relieve sunburn and to lower temperature in inflammatory diseases. Decoction of fresh leaves is consumed to treat hemorrhoids. The same liquid is used to wash the hemorrhoids areas. Kitchen utensils are made from the stem of the plant.
Lamiaceae	<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber subsp. <i>chia</i> (Schreber) Arcangelı var. <i>chia</i> (Schreber) Arcangelı	Yer meşesi	Flower	Medicinal	Fresh collected flowers are boiled and wrapped on wounds as mesh to heal wounds.
Lamiaceae	<i>Mentha x piperita</i> L.	Nane	Leaf	Food, Medicinal	Dried leaves are grinded and used as spice. Mint as a spice is boiled and consumed to treat common cold, coughing, heartburn, nausea and pains.
Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i> L. subsp. <i>spicata</i> L.	Su nanesi	Leaf	Medicinal	Decoction of dried fruits is used to ease breathing in common cold.
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L. subsp. <i>viride</i> (Boiss.) Hayek	Çay otu, domurcak çayı	Stem, Leaf, Flower	Food	Decoction of dried stem, leaves and flowers is consumed as tea.
Lamiaceae	<i>Phlomis linearis</i> Boiss. & Bal.	Kuş ağzı	Leaf, Flower	Medicinal	Decoction of dried leaves and flowers are consumed as antidiabetic and to relieve abdominal ailments.
Lamiaceae	<i>Salvia verticillata</i> L. subsp. <i>amasiaca</i> (Freyn.&Bornm.) Bornm	Kara şalba	Leaf, Flower	Medicinal	Fresh and dried leaves and flowers are boiled and applied on the wounds of animals as antiseptic.
Lamiaceae	<i>Satureja cuneifolia</i> Ten.	Kara kekik	Stem, Leaf, Flower	Food, Medicinal	Dried parts are used as spice and consumed as tea. Decoction of the plant is consumed to treat abdominal pain. Infusion of the plant with daisy has antidiabetic effect.
Lamiaceae	<i>Sideritis libanotica</i> Labill. subsp. <i>linearis</i> (Bentham) Bornm.	Dağ çayı, çay otu	Stem, Leaf, Flower	Food	Infusion of dried parts is consumed as tea.
Lamiaceae	<i>Stachys cretica</i> L. subsp. <i>anatolica</i> Rech. fil.	Çay otu	Leaf, Flower	Food	Decoction of dried parts is consumed as tea.
Lamiaceae	<i>Teucrium chamaedrys</i> L. subsp. <i>chamaedrys</i> L.	Kısacık Mahmut, Bodur can Mahmut, Tatarca otu	Stem, Leaf, Flower	Medicinal	Fresh and raw plant is consumed to relieve abdominal pain. Dried parts are grinded and eaten for rheumatism and eye tumors and decoction is consumed. The same liquid is also used as a painkiller for abdominal pain.
Lamiaceae	<i>Teucrium polium</i> L.	Koyun otu, Meryem otu, Boz ot	Leaf, Flower	Food, Medicinal	Tea is made from dried parts. The plant is consumed raw and in the form of decoction to relieve abdominal pain. Tea of the plant is used as myorelaxant, to relieve rash and hemorrhoids. Bathing with the water of boiled plant is used for sunburn. In addition, fresh leaves are wrapped on pustules to mature them.

**Table 1.**(continued) Plants in Kadınhanı and its vicinity and their uses

**Tablo 1.** Kadınhanı ve çevresinde bitkiler ve kullanımları

Family name ( <i>Familiya adı</i> )	Latin name ( <i>Latince adı</i> )	Local name ( <i>Yerel adı</i> )	Used part ( <i>Kullanılan kısım</i> )	Uses ( <i>Kullanım amacı</i> )	Preparation ( <i>Hazırlanması</i> )
Lamiaceae	<i>Thymus zygoides</i> Griseb. var. <i>lycaonicus</i> (Celak.) Ronniger	Kekik	Stem, Leaf, Flower	Food	Dried parts are used as spice and consumed as tea. Decoction of the plant is consumed to relieve abdominal pain.
Malvaceae	<i>Alcea pallida</i> Waldst. & Kit.	Fatma gülü	Flower	Medicinal, Ornamentalplant	Tea made of dried flowers is used to treat coughing in respiratory diseases. The plant is grown in gardens as a decorative plant.
Malvaceae	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Ebegümeçi	Leaf, Flower	Food, Medicinal	Fresh leaves are consumed as meal, filling ingredients in pastry, salads and wraps. Decoction of fresh leaves is drunk for headache; decoction of dried roots is consumed as tea for common cold; dried leaves and flowers are mixed with daisy and decoction is consumed as tea to treat body inflammations.
Nitrariaceae	<i>Peganum harmala</i> L.	Üzerlik	Seed	Medicinal, Decoration Belief	Roasted seeds are grinded and consumed in the form of powder. Various decorative items are made from the seeds. Burning dried seeds and stem as incense is believed to protect from evil eye.
Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	Dut	Fruit	Food	Fresh fruit is eaten raw; jam is made from fresh fruits. Compote is made from dried fruits.
Papaveraceae	<i>Glaucium leiocarpum</i> Boiss.	Köpek lalesi	Leaf, Flower	Medicinal	Fresh leaves and flowers are eaten as raw and infusion of dried leaves and fruits is consumed as tea to treat wounds in internal organs
Papaveraceae	<i>Papaver glaucum</i> Boiss. & Hausskn.	Yaban haşhaşı, gelineşi	Leaf, Stem, Bud	Food	Fresh leaves and buds are eaten as raw. Before the flowering period, the leaves of the plant are rolled into bread and eaten.
Pinaceae	<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold subsp. <i>nigra</i> var. <i>caramanica</i> (Loudon) Rehder	Çam	Resin, Stem, Leaf, end of fresh sprouts, Fruit	Medicinal, Firewood	Resin is used to mature boils, to ease breathing, to heal skin cracks; shoots are used to ease breathing, tar extracted from the cones are used for dyspnea. Trunk and branches are used as fuel and to make various house, agricultural and construction materials.
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Yara otu	Leaf	Medicinal	Fresh leaves are used to mature boils and to treat the wound. Tea made of dried leaves is used for lung diseases and children with bedwetting problem.
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L. subsp. <i>major</i>	Yara otu	Leaf	Medicinal	Fresh leaves are used to mature boils and to treat the wound. Tea made of dried leaves is used for lung diseases and children with bedwetting problem.
Plumbaginaceae	<i>Acantholimon acerosum</i> (Willd.) Boiss. var. <i>acerosum</i> (Willd.) Boiss.	Geven	Stem, Root	Food	Fresh plant is used as animal food.
Plumbaginaceae	<i>Acantholimon venustum</i> Boiss. var. <i>venustum</i> Boiss.	Geven	Stem, Root	Food	Fresh plant is used as animal food.
Poaceae	<i>Agropyron cristatum</i> L. (Gaertn)	Ayrık Otu	Leaf	Medicinal	Decoction of dried leaves is consumed for urinary tract inflammations. Fresh plant is boiled with corn silk and consumed to break up kidney stones.
Poaceae	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Arpa	Seed	Food, Medicinal	The plant is used as animal food. The flour of the plant is cooked as a paste and applied in abdominal area to relieve abdominal pain in babies.
Poaceae	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mays</i>	Mısır	Tassel	Medicinal	Fresh seeds are consumed by boiling; dried seeds are consumed as popcorn. In addition, dried plant is used as animal food. The plant is boiled with fresh ayırık otu and consumed to fragment kidney stone.
Polygonaceae	<i>Polygonum cognatum</i> Meissn.	Madımak	Leaf, Fresh Stem	Food	Fresh leaves are eaten raw in salads and wraps.



**Table 1.**(continued) Plants in Kadınhanı and its vicinity and their uses

**Tablo 1.** Kadınhanı ve çevresinde bitkiler ve kullanımları

Family ( <i>Familiya adı</i> )	name ( <i>Latince adı</i> )	Latin name ( <i>Latince adı</i> )	Local name ( <i>Yerel adı</i> )	Used part ( <i>Kullanılan kısım</i> )	Uses ( <i>Kullanım amacı</i> )	Preparation ( <i>Hazırlanması</i> )
Polygonaceae		<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	Süpürge otu	Stem, Leaf	Goods	Fresh plants are bundled and hang on a high place to dry. They are used as garden broom in dried form.
Polygonaceae		<i>Polygonum persicaria</i> L.	Sıçandışi	Stem, Leaf	Goods	Fresh plants are bundled and hang on a high place to dry. They are used as garden broom in dried form.
Polygonaceae		<i>Rumex patientia</i> L.	İlibada, evelik	Leaf	Food	Fresh leaves are boiled and used as stuffed leaves, filling ingredient for pastry and cooked as a meal called Borani.
Portulacaceae		<i>Portulaca oleracea</i> L.	Bostan güzeli, semiz otu	Leaf	Food	Fresh leaves are eaten raw; Tzatziki is made with yoghurt and cooked as a meal.
Ranunculaceae		<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Su pıtrağı	Stem, Leaf	Medicinal	Fresh stem and leaves are meshed press and applied on swellings in knees due to rheumatism. The area is then wrapped with a cloth.
Rhamnaceae		<i>Rhamnus oleoides</i> L. subsp. <i>graecus</i> (Boiss. & Ruet.) Holmboe	Gövem	Fruit	Food, Medicinal	Fresh fruits are eaten raw. In winter, compote is made with dried fruits. Fresh fruits are used as antidiabetic.
Rosaceae		<i>Cotoneaster nummularia</i> Fisch. & Mey.	Kürt ağacı	Fruit, Stem, Leaf	Food, Medicinal, Firewood, Goods	Fresh fruits are eaten raw. Fresh fruits are consumed for antidiabetic effects; infusion of dried leaves is consumed as tea. Oil extracted from the burning of the wood of the plants Kürt and Alıç are applied on dermatitis on the skin. Trunk and branches are used as fuel. It is also used to make various house and agricultural tools.
Rosaceae		<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. subsp. <i>monogyna</i> Jacq.	Kızılıcak, Kırmızı alıç	Fruit	Food	Fresh fruits are eaten raw.
Rosaceae		<i>Crataegus orientalis</i> Pallas Ex Bieb. var. <i>orientalis</i> Pallas Ex Bieb.	Alıç	Root, Flower, Fruit	Food, Medicinal, Goods	Fresh fruits are eaten raw. Infusion of dried flower buds is consumed as tea for heart disorders. Decoction of the roots of the plant is consumed to treat kidney disorders. Oil extracted from the burning of the wood of the plants Alıç and kürt are applied on dermatitis on the skin. Kitchen utensils are made from the trunk of the plant.
Rosaceae		<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Ayva	Leaf, Fruit, Seed	Food, Medicinal	Fresh fruits are eaten raw. Compote is made from its fruits and the fruits are cooked in the oven. Decoction of dried leaves is consumed to relieve coughing. Decoction of the seeds of the fruit is consumed to treat common cold. Fresh seeds of the fruit are mixed with rose water and kept in a cup for one day. The obtained emulsion is applied on nipple cracks in women.
Rosaceae		<i>Fragaria vesca</i> L.	Çilek	Fruit	Food	Fresh fruits are eaten raw; they are also used to make jam.
Rosaceae		<i>Pyrus elaeagnifolia</i> Pallas. subsp. <i>elaegnifolia</i>	Dağ armudu, Yaban armudu	Fruit	Food, Medicinal	Fresh fruits are eaten raw and used to make pickles. Fresh fruits are eaten to treat diarrhea.
Rosaceae		<i>Rubus idaeus</i> L.	Çitir, Temel üzümü	Leaf, Fruit, Root	Food, Medicinal	Fresh fruits are eaten raw. Decoction of dried roots is consumed for heart disorders. Fresh fruits of the plant are recommended to prevent cancer.
Rosaceae		<i>Rosa canina</i> L.	Kuşburnu, İtburnu, öküzgözü	Fruit	Food, Medicinal	Fresh fruits are used to make compote and marmalade. Infusion of dried fruits is consumed as tea. Tea made of the plant is used as a painkiller in common cold. Fresh fruits are consumed to relieve abdominal pain. Its marmalade is used to treat diarrhea.

**Table 1.**(continued) Plants in Kadınhanı and its vicinity and their uses

**Tablo 1.** Kadınhanı ve çevresinde bitkiler ve kullanımları

Family name ( <i>Familiya adı</i> )	Latin name ( <i>Latince adı</i> )	Local name ( <i>Yerel adı</i> )	Used part ( <i>Kullanılan kısım</i> )	Uses ( <i>Kullanım amacı</i> )	Preparation ( <i>Hazırlanması</i> )
Salicaceae	<i>Populus alba</i> L.	Selvi	Stem	Firewood, Building Materials	Trunk, lateral branches and barks are used as fuel. Particularly the trunk is used as construction material.
Salicaceae	<i>Populus nigra</i> L.	Karakavak	Stem	Firewood, Building Materials	Trunk, lateral branches and barks are used as fuel. Particularly the trunk is used as construction material.
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i> L.	Salkım söğüt	Leaf and shells thin branches	Medicinal	Infusion of dried leaves and barks of thin stems are consumed as tea.
Santalaceae	<i>Viscum album</i> L. subsp. <i>album</i> L.	Büvelek otu, böğürtlen	Leaf, Flower	Food, Medicinal	Fresh leaves are eaten by humans and animals. Dried parts are used as animal food. Tea is made from dried parts to ease breathing and to relieve abdominal pain. Dried leaves are kept in water for one day and the liquid is drunk for antidiabetic effects in liver cancer.
Scrophulariaceae	<i>Verbascum cheiranthifolium</i> var. <i>cheiranthifolium</i>	Sığır kuyruğu	Thin sprout, Flower, Leaf, Fresh root	Food, Medicinal	Decoction of dried parts is consumed in hemorrhoids, prostate, dyspnea and renal disorders as diuretic. Leaves are boiled and meshed. The obtained emulsion is applied on the boil. Dried plants are used as fuel.
Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Gumpir	Stem	Food, Medicinal	Various meals are cooked by frying, roasting and boiling the plant. Peeled potato is wrapped on the forehead to relieve headache.
Thymelaeaceae	<i>Daphne oleoides</i> Schreber subsp. <i>oleoides</i>	Çöpleme	Stem, Leaf, Flower	Medicinal	Fresh plant is boiled in a cup and the sick person sits in this cup for a while. Leaves and thin stems of the plant are cut and meshed in press, the mesh is then cooked with some wheat and milk and the obtained mixture is applied on joints.
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	Isırgan	Stem ve Leaf	Food, Medicinal	Leaves of the plant are used as filling material in pastry and cooked as meal. Decoction of the stem and leaves is consumed to treat renal inflammations. Infusion of dried leaves is consumed as tea to treat goiter and dyspnea. The leaves are boiled and wrapped on joints to relieve rheumatic pain.
Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i> L.	Basır otu	Stem, Leaf, Flower	Medicinal	Dried parts of the plant are dried and grinded and tea is made from this powder. Fresh plant is used as a plaster and applied on the wound to treat hemorrhoids. Fresh parts of the plant are eaten raw.

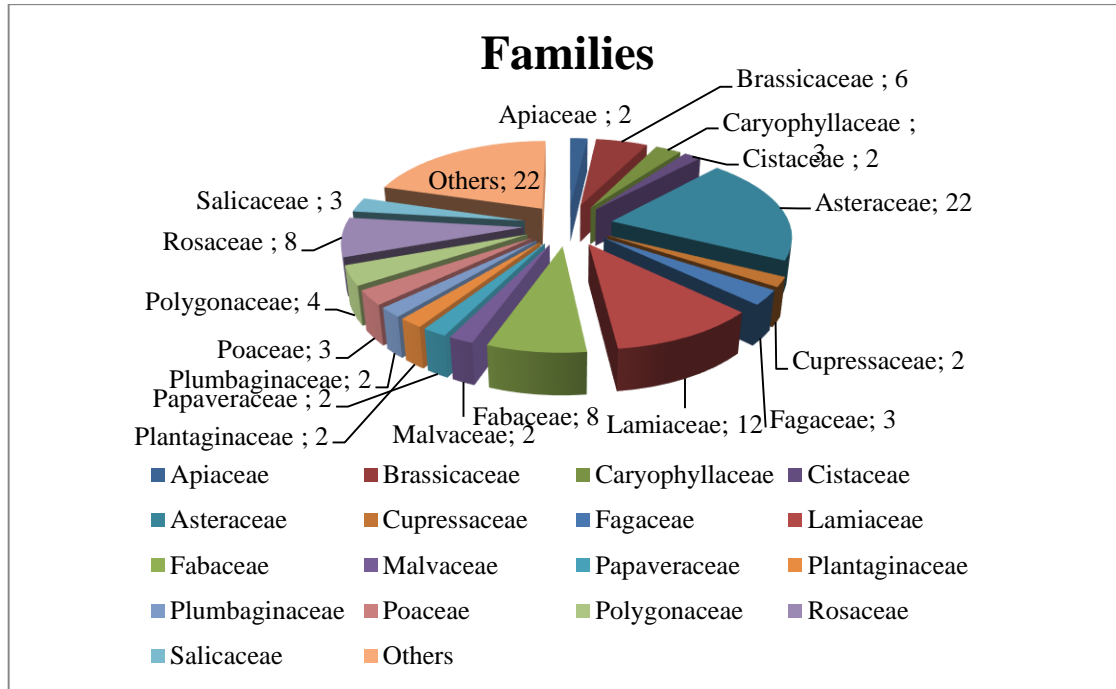


Figure 4. Pie Chart of the Plant Families in the Study Area

Şekil 4. Çalışma Alanındaki Bitki Familyalarının Pasta Grafiği

Table 2. Number of plants used in the study

Tablo 2. Çalışmada kullanılan bitki sayısı

Used part	Number of plants
Root	12
Stem	43
Aerial parts, Leaf	75
Flower	45
Basal shoot	6
Fruit	21
Seed	5
Other	4

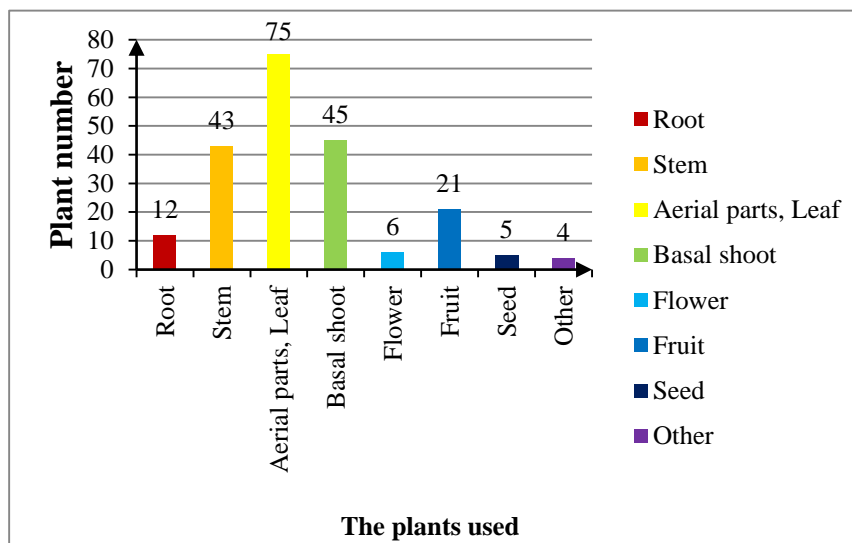


Figure 5. Used parts of the plants identified in the study

Şekil 5. Çalışmada belirlenen bitkilerin kullanılmış kısımları

**Table 3.** Uses of the plants analyzed in the study and number of plants

**Tablo 3.** Çalışmada incelenen bitkilerin kullanımları ve bitki sayısı

Intended use (Kullanım amacı)	Number of plants (Bitki sayısı)	Intended use (Kullanım amacı)	Number of plants (Bitki sayısı)
<b>MEDICINAL</b>	Antirheumatic	7	<b>MEDICINAL</b>
	Antinephritic	9	
	Stomach diseases	6	
	Anti-asthmatic	14	
	Antiphlogistic	6	
	Antidiabetic	11	
	Abdominal pain	10	
	Cardiac	3	
	Anti-dermatitis	5	
	Anticarcinogen	4	
	For boil treatment (antiphlogistic)	7	<b>FOOD</b>
	For sunburn	2	
	Vasodilator	1	
	Anti-hemorrhoidal	5	
	Antihistaminic	1	
	For eye tumor	1	
	For headache	1	
	Analgesic	5	
	Internal organ injuries	1	
	Antidiarrhetic	2	
Plants used to treat prostate disease	1	<b>Fuel</b>	
Plants used to treat goiter	1		
		<b>Material</b>	9
		<b>Belief</b>	10
		<b>Decorative Item</b>	2
		Astringent & Laxative	1
		Animal diseases	4
		Cholesterol	2
		Blood Cleansing	1
		Gynecological diseases	1
		Snake bite	1
		Weight loss	1
		Antinephritic for children	1
		Plants used as filling ingredient for pastry	5
		Plants cooked as a meal	7
		Plants used to make stuffed vegetables	2
		Plants which are consumed raw	23
		Plants which are used to make pickle	2
		Plants whose fruits are eaten	13
		Plants consumed as infusion	11
		Plants consumed as spice	6
		Animal food	22
		Used plants as ash	3



**Table 4.** Medicinal uses of plant species for different types of ailments

**Tablo 4.** Bitki türlerinin farklı hastalık türleri için tıbbi kullanımları

No	Ailment ( <i>Hastalık</i> )	Medicinal Plants ( <i>Bitki ismi</i> )
1	Rheumatism	<i>Petroselinum crispum</i> , <i>Cistus laurifolius</i> , <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> , <i>Teucrium polium</i> , <i>Teucrium chamaedrys</i> , <i>Ranunculus arvensis</i> , <i>Daphne oleoides</i>
2	Stomach	<i>Cistus laurifolius</i> , <i>Cota austriaca</i> , <i>Achillea arabica</i> , <i>Achillea millefolium</i> ,
3	Asthmatic	<i>Cota austriaca</i> , <i>Brassica oleracea</i> , <i>Mentha x piperita</i> , <i>Mentha spicata</i> , <i>Alcea pallida</i> , <i>Malva neglecta</i> , <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> , <i>Plantago major</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Cydonia oblonga</i> , <i>Verbascum cheiranthifolium</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Viscum album</i>
4	Cardiac	<i>Onopordum bracteatum</i> , <i>Rubus idaeus</i> , <i>Crataegus orientalis</i>
5	Lösemi	<i>Juglans regia</i> ,
6	Boil	<i>Plantago major</i> , <i>Verbascum cheiranthifolium</i> , <i>Cistus laurifolius</i> , <i>Ornithogalum orthophyllum</i> , <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Teucrium polium</i>
7	Liver cancer	<i>Viscum album</i>
8	Hemorrhoids	<i>Juglans regia</i> , <i>Teucrium polium</i> , <i>Verbascum cheiranthifolium</i> , <i>Verbena officinalis</i> , <i>Peganum harmala</i>
9	Eye tumor	<i>Teucrium chamaedrys</i>
10	Diarrhea	<i>Rosa canina</i> , <i>Pyrus elaeagnifolia</i>
11	Prostate	<i>Verbascum cheiranthifolium</i>
12	Goiter	<i>Urtica dioica</i>
13	Animal diseases	<i>Berberis crataegina</i> , <i>Inula montbretiana</i> , <i>Artemisia santonicum</i> , <i>Salvia verticillata</i> subsp. <i>amasiaca</i>
14	Peptic Ulser	<i>Juniperus oxycedrus</i> ,
15	Urinary calculus	<i>Petroselinum crispum</i>
16	Ulcer	<i>Cistus laurifolius</i>
17	Papilloma	<i>Dianthus zonatus</i> , <i>Euphorbia kotschyana</i> , <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>
18	Temriye	<i>Crataegus orientalis</i> , <i>Cotoneaster nummularia</i>
19	Sunburn	<i>Juglans regia</i> , <i>Teucrium polium</i>
20	Hemorrhoids	<i>Juglans regia</i> , <i>Teucrium polium</i> , <i>Verbascum cheiranthifolium</i> , <i>Verbena officinalis</i> , <i>Peganum harmala</i>
21	Gynecological diseases	<i>Eryngium campestre</i>

**Table 5.** Medicinal uses of plant species for different symptoms

**Tablo 5.** Bitki türlerinin farklı semptomlar için tıbbi kullanımları

No	Symptom ( <i>Belirti</i> )	Plant name ( <i>Bitki ismi</i> )
1	Antiphritic	<i>Petroselinum crispum</i> , <i>Cota austriaca</i> , <i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Agropyron cristatum</i> , <i>Zea mays</i> , <i>Crataegus orientalis</i> , <i>Verbascum cheiranthifolium</i> , <i>Juniperus excelsa</i>
2	Abdominal pain	<i>Achillea arabica</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Centaurea solstitialis</i> , <i>Teucrium polium</i> , <i>Teucrium chamaedrys</i> , <i>Satureja cuneifolia</i> , <i>Thymus zygoides</i> , <i>Hordeum vulgare</i> , <i>Rosa canina</i> <i>Viscum album</i> ,
3	Antidiabetic	<i>Cota austriaca</i> , <i>Achillea biebersteinii</i> , <i>Achillea millefolium</i> L., <i>Helichrysum plicatum</i> , <i>Quercus cerris</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Satureja cuneifolia</i> , <i>Phlomis linearis</i> , <i>Rhamnus oleoides</i> , <i>Cotoneaster nummularia</i> , <i>Viscum album</i>
4	Anti-dermatic	<i>Dianthus zonatus</i> , <i>Euphorbia kotschyana</i> , <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> , <i>Crataegus orientalis</i> , <i>Cotoneaster nummularia</i>
5	Vasolidator	<i>Elaeagnus angustifolia</i>
6	Antihistaminic	<i>Teucrium polium</i>
7	Headache	<i>Solanum tuberosum</i>
8	Analgesic	<i>Daphne oleoides</i> , <i>Malva neglecta</i> , <i>Rosa canina</i> , <i>Salix babylonica</i> , <i>Urtica dioica</i>
9	Interior organ injuries	<i>Glaucium leiocarpum</i>
10	Laxative	<i>Peganum harmala</i>
11	Cholesterol	<i>Achillea arabica</i> , <i>Achillea millefolium</i>
12	Blood Cleansing	<i>Taraxacum acroterium</i>
13	Snake bite	<i>Eryngium campestre</i>
14	Weight loss	<i>Juniperus oxycedrus</i>
15	Antipyretic for children	<i>Juglans regia</i>
16	Anticarcinogen	<i>Cistus laurifolius</i> , <i>Rubus idaeus</i>
17	Antiphlogistic	<i>Anthemis austriaca</i> , <i>Eryngium campestre</i> var. <i>virens</i> , <i>Euphorbia kotschyana</i> , <i>Malva neglecta</i> , <i>Plantago major</i> subsp. <i>major</i> , <i>Plantago lanceolata</i>
18	Stomach Gas	<i>Juniperus excelsa</i>
19	Shortness Of Breath	<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>
20	Vasolidator	<i>Elaeagnus angustifolia</i>
21	Antihistaminic	<i>Teucrium polium</i>
22	Headache	<i>Solanum tuberosum</i>
23	Interior organ injuries	<i>Glaucium leiocarpum</i>

was used to relieve snake bites, bee sting, eczema and allergic reactions. However, in our study the same plant was known as “Diken ardıç” and it was found that the plant was used as anti-flatulent in abdominal ailments and to treat an ulcer. Saday (2009) reported that the plant named *Glaucium leiocarpum* Boiss. known as “Kuşekmeği” was only used as filling ingredient in pastry. However, in our study, the same plant is known as “Köpek lalesi” and it was observed that the plant was used to treat internal organs injuries. The plant named *Daphne oleoides* was known as “Develik otu” was reported to be used only as a decorative plant. However, in our study, this plant was called “Çöpleme”. It was also reported that the plant was used to treat rheumatic pain.

In a study carried out by Çimen (2007) titled as “Ethnobotanical Studies on Folk Medicines used in Konya”, it was reported that the plant *Berberis crataegina* DC. known as “Karamık ağacı” was used for medicinal purposes for eye ache. However, in the present study, the same plant was called “Karamık” and it was found that this plant had medicinal uses to remove internal parasites of animals. Çimen (2007) reported that the plant was also used as a food and the fruits of the plant were eaten and used to make marmalade; fresh leaves of the plant were also consumed. Furthermore, it was reported that *Echium italicum* L. “Topalomar otu” plant was medicinally used to treat wounds. However, in the present study, the same plant was known as “Danadili” and had a different use as animal food. Çimen (2007) reported that *Urtica dioica* L. “Isırgan” plant was medicinally used for rheumatism. However, in the present study different preparations of the same plant were reported. We found that this plant was used as food; as filling ingredient in pastry and was cooked as a meal. As for the medicinal uses, it was found that this plant was used for kidney, goiter.

In a study carried out by Öztürk (2005) titled as “Ethnobotanical features of Nizip (Aksaray) district” it was reported that the plant *Cota austriaca* (Jacq.) Sch.Bip. “Papatya” was used for medicinal purposes and that decoction of its flowers relieved abdominal pain and was used as a diuretic, anti-inflammatory, and antiseptics. However, in the present study, it was found that the same plant was known with the same name and that it was used for medicinal purposes in abdominal ailments, to ease breathing in dyspnea, to treat ailments of kidney and urinary tract, inflammations and for antidiabetic effects. It was reported that the leaves of daisy, which are collected before efflorescence, are eaten in salads or wraps. It was reported that the plant *Chondrilla juncea* L. known as “Çengel, Ak hindi bağ” had medicinal uses. Öztürk reported that gum made of this plant was used to heal wounds and to treat stomach ailments. However, in the present study, it was found that the

same plant was known as “Çıtlık” and that the first growing basal leaves of the plant were eaten in salads and wraps. Öztürk reported that *Populus alba* L. was known as “Kavak” had medicinal uses and decoction of trunk, brunch, and barks of the plant had analgesic, anti-inflammatory, sudorific properties in common cold, relaxing, laxative and diuretic properties. In our study, the same plant was called with a different name “Selvi”. It was reported that the trunk and peeled barks of this plant were used as fuel and that it was also used as an item to produce various tools for agricultural and various purposes.

In the study carried out by Ezer and Avcı (2004) titled as “Folk Medicines of Çerkeş (Çankırı) in Turkey” it was reported that the plant *Teucrium polium* L. known as “Mayasıl otu, Yavşan otu” had medicinal uses and that the plant was used to treat hemorrhoids and to wean babies. However, in the present study, the same plant had different names such as “Koyun otu, Meryem otu, Boz ot”. As for the uses of the plant, it was reported that decoction of dried leaves and flowers of the plant were consumed as tea and that it was used medicinally to treat hemorrhoids, to remove rash, to mature boils, to treat abdominal pain, sunburn and as myorelaxant.

In the study carried out by Elçi and Erik (2006) titled as “Ethnobotanical Properties of Güzül (Ankara) and Near Environs” it was reported that the plant *Viscum album* L. was known as “Hurç” and used for medicinal purposes against cancer. However, in the present study, the same plant was known as “Büvelek otu”. As for the uses of this plant, it was reported in the present study that in addition to use as animal food and medicinal use for cancer treatment, the plant was also used to ease breathing in respiratory tract ailments, as anti-hypertension and as a painkiller for abdominal pain.

In the study carried out by Sarper et al., (2009) titled as “An Ethnobotanical Field Survey in the Haymana District of Ankara Province in Turkey” the plant *Echium italicum* L. was known as “Kangal” and it reported that the plant was consumed raw as food. However, in the present study, the same plant was known as “Danadili” and it was found to be used as animal food.

In the study carried out by Yücel et al., (2010) titled as “The wild plants consumed as food in Mihalıççık district (Eskişehir-Turkey) and consumption forms of these plants” the plant *Tragopogon latifolius* Boiss. known as “Yemlik” was reported to be consumed as food in salads. However, in the present study, it is reported that the same plant is known by the same name however with a very different use. We report that the gum extracted from the plant is consumed by children.

In the study carried out by Kargıoğlu et al. (2010) titled as “Traditional Uses of Wild Plants in the Middle

Aegean Region of Turkey” it was reported that the plant *Centaurea solstitialis* L. was known as “Süpürge otu” was only used to make goods and that threshing field and street sweeper was made from the aerial parts of the plant. However, in our study the same plant was known as “Su diken, Sarıbaş diken” and it was reported that the growing thorns of the plant were collected and dried; they were processed as hay and used as animal food. As for medicinal uses, it was found that fresh flowers of the plant were eaten to treat abdominal pain.

Comparison of the present study with international ethnobotanical studies indicates that the literature contains a large body of research on traditional folk remedies.

In their works titled as “Ethnobotanical knowledge of the Istro-Romanians of Z’ ejane in Croatia” Pieroni et al., (2003) reported that decoction made from the flowers of *Achillea millefolium* L. was used for anti-obesity and digestive disorders. However, in the present study, it is observed that fresh flowers of an infusion of dried flowers of the same plant are used for digestive disorders. In addition, tea made from the flowers of this plant is used as antidiabetics and to lower cholesterol.

In a study carried out by Ejaz (2003) titled as “Ethnobotanical Uses of Plants of Lawat District Muzaffarabad Azad Jamnu and Kashmir” it was reported that the leaves of *Plantago lanceolata* L. were used to treat burns and wounds and its seeds were used for constipation. However, in the present study it was found that the same plant was used to treat wounds, to mature boils. In addition, infusion of dried leaves of the plant was used to treat lung disease and to prevent bedwetting.

In the study carried out by Ghorbani et al., (2005) titled as “Lamiaceae Family in Folk Medicine in Iran: from Ethnobotany to Pharmacology” it was reported that *Teucrium chamaedrys* L. was used for medicinal purposes for jaundice, bladder stone, and miscarriage. However, in the present study it is found that the infusion of the dried whole plant is used to treat rheumatic pain and eye tumors. In addition, fresh leaves and flowers are eaten and a decoction of dried leaves and flowers are consumed.

The lists of Jewish pharmacists used by middle age communities in 11<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> centuries, which are considered as the oldest ethnobotanical record of the world, can be found in the collection of Genizah T.S. This was uncovered by Lev and Amar (2006). The researchers reported that extracts obtained from flowers, seeds, oil, and fruits of *Rosa canina* L. are used for eye disorders, examples and to lower high fever. According to the present study, only the fruit of this plant is used. Fruits of these plants are used as food and for medicinal purposes; marmalade and tea are

made from these fruits. As for medicinal uses, infusion of fruits of the plant is used to treat common cold; consumption of raw fruits treats abdominal pain, and its marmalade is consumed to treat diarrhea.

In the study carried out by Awan et al., (2011) titled as “Studies on traditional knowledge of economically important plants of Kaghan Valley, Mansehra District, Pakistan” it was reported that the seeds of *Peganum harmalla* L. plant were grinded and used to lower malaria fever. However, in the present study, it was found that the seeds are roasted and grinded and one spoon of this powder is consumed on an empty stomach for hemorrhoids and constipation. Furthermore, the seeds of the plant are used for decorative purposes and as incense to protect from the evil eye.

In the study carried out by Ayyanar and Ignacimuthu (2009) titled as “Herbal medicines for wound healing among tribal people in Southern India” it was reported that the leaves of *Morus alba* L. plant were used to heal wounds. However, in the present study, we found that fruit of this plant was used as food.

In the study carried out by Ahvazi et al., (2012) titled as “Introduction of Medicinal Plants Species with the Most Traditional Usage in Alamut Region” it was reported that flowers, leaves, and roots of *Malva neglecta* Wallr. were eaten and infusion of the plant was used to treat constipation, infected boils and oral fungi in children. However, in the present study, it was found that infusion of leaves of the same plant was consumed for a headache as tea; decoction of dried roots was consumed for common cold and infusion of dried leaves, flowers and daisy were consumed to treat inflammations.

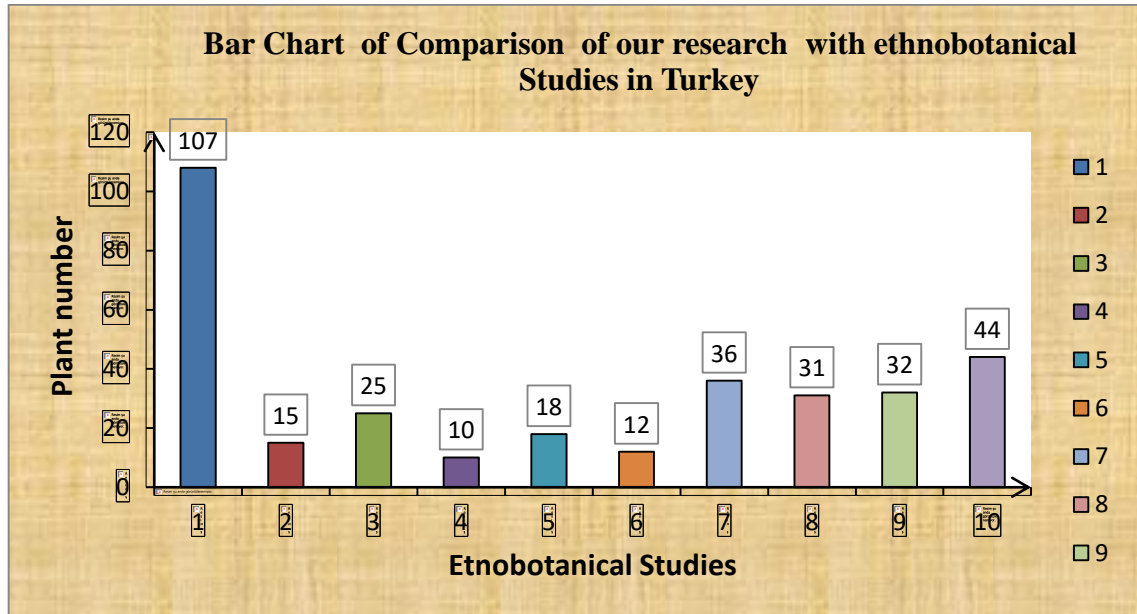
Comparison of our study with recent ethnobotanical studies carried out in near and far regions is presented in the following table. The plants included in the table are the ones identified in the study area of the present study (Table 1). The plants shown with (+) are the ones which are used in the present study and in that locality. On the other hand, the plants shown with (-) are the ones which are included in the present study but not used in that region. The present study was compared with 9 ethnobotanical studies in Figure 6. Previous studies are represented in the table with numbers as their titles were very long (Table 6). These studies are as follows:

1. Keskin. L. (2011) Ethnobotanical Properties of Some Local Plants in Kadınhanı (Konya) and its Surrounding
2. Ezer, N., Avcı K. (2004) Folk Medicines of Çerkeş (Çankırı) in Turkey
3. Oral, Ç.D. (2007) Ethnobotanical Studies on Folk Medicines used in Konya
4. Elçi. B., Erik. S. (2006). Ethnobotanical Properties of Güdül (Ankara) and Near Environs



5. Sarper. F. et al., (2009). An Ethnobotanical Field Survey in the Haymana District of Ankara Province in Turkey
6. Yücel. E. et al., (2010) The wild plants consumed as food in Mihalıççık district (Eskişehir-Turkey) and consumption forms of these plants
7. Metin, A. (2009). Ethnobotanical Properties of Plants in Mut and its Surrounding (Mersin).

8. Öztürk, M., Dinç M. (2005) Nizip (Aksaray) Bölgesinin Etnobotanik Özellikleri
9. Saday, H. (2009) Ethnobotanical Properties of Güzeloluk Village and its Surrounding (Erdenli/MERSİN)
10. Kargıoğlu et al. (2010) Traditional Uses of Wild Plants in the Middle Aegean Region of Turkey



**Figure 6.** Bar Chart of Comparison of our research with ethnobotanical studies in Turkey  
**Şekil 6.** Araştırmamızın Türkiye'deki etnobotanik çalışmalarla Karşılaştırma Çubuk Grafiği

## CONCLUSION

The present study, which was carried out in Kadınhanı and 37 villages, aimed to document and record ethnobotanical uses of wild plants. The uses of these plants were categorized as food, animal food, traditional folk medicine, material (houseware, construction material, various agricultural tools etc.) fuel and belief (Fig. 7-8).

Traditional ethnobotanical data dating back to very old times were obtained and recorded in the present study. It was observed that ethnobotanical knowledge was partially forgotten by the new generation; however local people still made use of this knowledge intensively. Although ethnobotanical plants sold in particularly local bazaars were used by the young generation, as ethnobotanical data is transmitted by word of mouth, they are forgotten and lost quickly. To prevent this loss of ethnobotanical knowledge, this data should be identified by the researchers and thus should be transmitted to future generations. Therefore, ethnobotanical studies should be supported; particularly researchers and the public should be offered encouraging opportunities. In addition, findings in the field of phytotherapy should be supported and collected in a data center. Every individual should fulfill their duties for ethnobotanical

studies.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work has been produced from the master's thesis. Also, Authors are grateful BAP for financial support (Project number: 10201029). We thank Mustafa KARGIOĞLU for checking our article.

## Contribution of the Authors as Summary

- 1- Prof.Dr. Yavuz BAĞCI and Uz. Levent KESKİN have designed the study and collected the data.
- 2- Selçuk University, Department of Scientific Research Project Coordination provided the fund support.
- 3- Uz. Levent KESKİN executed the experiment with the help of by Prof. Dr. Yavuz BAĞCI
- 4- Uz. Levent KESKİN wrote the article, which critically reviewed by Prof. Dr. Yavuz BAĞCI

## Contribution of the Authors as Summary

Authors declare the contribution of each author is equal.

**Table 6.** Comparison of our research with ethnobotanical studies in Turkey  
**Tablo 6.** Araştırmamızın Türkiye'deki etnobotanik çalışmalarla karşılaştırılması

No	Latin name ( <i>Latince adı</i> )	Turkey General Name ( <i>Türkiye genel adı</i> )	Local name ( <i>Yerel adı</i> )	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<i>Rhus coriaria</i> L.	Sumak	Sumak	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
2	<i>Anethum graveolens</i> L.	Dereotu	Dereotu	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
3	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	Maydanoz	Maydanoz	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
4	<i>Berberis crataegina</i> DC.	Karamuk	Karamık	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+
5	<i>Echium italicum</i> L.	Engerek otu	Danadili	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+
6	<i>Brassica oleracea</i> L.	Beyaz Lahana	Lahana	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-
7	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Kuşkuş otu	Cırcıcuva, bicibici, cırcıcuva	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+
8	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	Uzun süpürge otu	Babatça	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Roka	Roka	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
10	<i>Lepidium sativum</i> L.	Tere	Tere	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
11	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Hardal otu	Hardal	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+
12	<i>Dianthus zonatus</i> Fenzl.	Halkalı karanfil	Çingene kızı, Siğilotu	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
13	<i>Silene conoidea</i> L.	Salkım çiçeği	Emzik otu	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke.	Gıvışgan otu	Borana, Boranı	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
15	<i>Chenopodium album</i> L.	Sirken	Sirken	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
16	<i>Cistus laurifolius</i> L.	Tavşancıl, İldon, İldan	Yavşanak	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
17	<i>Achillea biebersteinii</i> Afan.	Sarı civanperçemi	Arı çiçeği	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
18	<i>Achillea arabica</i> Kotschy	Beyaz civanperçemi	Arı çiçeği	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
19	<i>Achillea santolinoides</i> subsp. <i>wilhelmsii</i> (K.Koch) Greuter	Civanperçemi	Dingil dana	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-
20	<i>Cota austriaca</i> (Jacq.) Sch.Bip.	Kelkız çiçeği	Papatya	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-
21	<i>Artemisia santonicum</i> L.	Deniz pelini	Acı Yavşan	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
22	<i>Carduus nutans</i> L.	Deve dikenini	Keçi kangalı	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
23	<i>Cyanus depressus</i> (M.Bieb.) Soják	Acımık	Gökbaş	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
24	<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Zerdali dikenini	Su dikenini, Sarıbaş dikenini	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+
25	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Çengel sakızı	Çıtlık	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
26	<i>Cichorium intybus</i> L.	Hindiba	Çöplü Güneyik	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+
27	<i>Eryngium campestre</i> L.	Tengel dikenini	Boğadikenini, Yelkovdu dikenini	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-
28	<i>Helichrysum plicatum</i> DC.	Ölmez çiçek	Şeker otu	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
29	<i>Inula montbretiana</i> DC	Andız otu	Şalba	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	<i>Lactuca serriola</i> L.	Yabani marul	Acı marul, mikirge	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+
31	<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>pisidica</i> (Boiss. & Heldr.) Rech. Fil.	Şebrek	Kaba ot	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	<i>Onopordum bracteatum</i> Boiss. & Heldr. var. <i>bracteatum</i>	Kangal dikenini	Deve dikenini	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	<i>Podospermum canum</i> C.A.Mey	Dede sakalı	Teke sakalı, Dedesakalı	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	<i>Taraxacum macrolepium</i> Schisch.	Karahindiba	Keklik otu, karlan kavuk	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg.	Karahindiba	Güneyik	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
36	<i>Tragopogon buphthalmoides</i> (DC.) Boiss.	Yemlik	Yemlik	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	<i>Tragopogon latifolius</i> Boiss.	Yemlik	Sakız şalbası	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
38	<i>Tragopogon latifolius</i> Boiss.	Yemlik	Emlik	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
39	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Mamıza	Ulama otu	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
40	<i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb.	Boylu ardıç, Boz ardıç	Gilik Üzüümü	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
41	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Katran ardıcı	Diken Ardıç	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+

**Table 6.** Comparison of our research with ethnobotanical studies in Turkey

**Tablo 6.** Araştırmamızın Türkiye'deki etnobotanik çalışmalarla karşılaştırılması

No	Latin name ( <i>Latince adı</i> )	Turkey General Name ( <i>Türkiye genel adı</i> )	Local name ( <i>Yerel adı</i> )	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
42	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	İğde	İğde	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
43	<i>Euphorbia kotschyana</i> Fenzl	Sütleğen	Sütleğen	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	<i>Quercus cerris</i> L. var. <i>cerris</i>	Saçlı meşe	Keçi peliti	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
45	<i>Quercus pubescens</i> Wild	Meşe	Pelit	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+
46	<i>Quercus robur</i> L.	Saplı meşe	Pelit(Yenilen)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	İğnelik	İnnelik	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+
48	<i>Juglans regia</i> L.	Ceviz	Ceviz	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-
49	<i>Ajuga chamaepitys</i> subsp. <i>chia</i> (Schreb.) Arcang.	Yer çamı	Yer meşesi	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-
50	<i>Mentha x piperita</i> L.	Nane	Nane	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
51	<i>Mentha spicata</i> L.	Nane	Su nanesi	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
52	<i>Origanum vulgare</i> L.	Mercanköşk	Çay otu, domurcak çayı	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	<i>Phlomis linearis</i> Boiss. & Balansa	Çalba	Kuş ağzı	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	<i>Salvia verticillata</i> L. subsp. <i>amasiaca</i> (Freyn.&Bornm.) Bornm	Adaçayı	Kara şalba	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	<i>Satureja cuneifolia</i> Ten.	Dağ kekiği	Kara kekik	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
56	<i>Sideritis libanotica</i> Labill.	Dağ çayı	Dağ çayı, çay otu	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
57	<i>Stachys cretica</i> L. subsp. <i>anatolica</i> Rech. f.	Dağ çayı	Çay otu	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
58	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Kısa Mahmut otu	Kısacık Mahmut, Bodur can Mahmut, Tatarca otu	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+
59	<i>Teucrium polium</i> L.	Acı yavşan	Koyun otu, Meryem otu, Boz ot	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+
60	<i>Thymus zygoides</i> Griseb.	Kekik	Kekik	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
61	<i>Astracantha microcephala</i> (Willd.) Podlech	Geven	Geven	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
62	<i>Medicago sativa</i> L.	Çevrince	Yaban yoncası	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
63	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	Beyaz yonca	Yaban yoncası	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	<i>Onobrychis arenaria</i>	Yabancı korunga	Tirfil	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	<i>Trifolium repens</i> L.	Yonca	Yonca	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	<i>Trigonella spruneriana</i> Boiss.	Tırtıl	Mal yoncası	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	<i>Vicia sativa</i> L.	Burçak	Kır fasılı	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	<i>Vicia narbonensis</i> L.	Koca fiğ	Yılan fasılı	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
69	<i>Ornithogalum orthophyllum</i> Ten.	Tükrük otu	Kedi soğanı	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	<i>Alcea pallida</i> Waldst. & Kit.	Hatmi	Fatma gülü	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+
71	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Ebegümeçi	Ebegümeçi	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
72	<i>Morus alba</i> L.	Akdut	Dut	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
73	<i>Glaucium leiocarpum</i> Boiss.	Boynuzlu gelincik	Köpek lalesi	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
74	<i>Papaver glaucum</i> Boiss. & Hausskn.	Gelincik	Yaban haşhaşı, gelineli	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold. subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe	Karaçam	Çam	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+
76	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Sinir otu	Yara otu	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+
77	<i>Plantago major</i> L. subsp. <i>major</i>	Bağa	Yara otu	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
78	<i>Acantholimon acerosum</i> (Wild.) Boiss.	Pişik geveni	Geven	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
79	<i>Acantholimon venustum</i> Boiss.	Pişik geveni	Geven	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn.	Ayrık Otu	Ayrık Otu	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
81	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Arpa	Arpa	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-
82	<i>Zea mays</i> L.	Mısır	Mısır	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
83	<i>Polygonum cognatum</i> Meissn.	Madımak	Yaban kuzukulağı	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+

<b>Table 6.</b> Comparison of our research with ethnobotanical studies in Turkey													
<b>Tablo 6.</b> Araştırmamızın Türkiye'deki etnobotanik çalışmalarla karşılaştırılması													
No	Latin name ( <i>Latince adı</i> )	Turkey General Name ( <i>Türkiye genel adı</i> )	Local name ( <i>Yerel adı</i> )	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
84	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Delarbre	Söğüt otu	Süpürge otu	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	<i>Persicaria maculosa</i> Gray	Söğüt otu	Sıçandışi	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
86	<i>Rumex patientia</i> L.	Labada	İlibada, evelik	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
87	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Semizotu	Bostan güzeli, semiz otu	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+
88	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Düğün çiçeği	Su pıtrağı	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
89	<i>Rhamnus lycioides subsp. oleoides</i> (L.) Jahand. & Maire	Kör diken	Gövem	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
90	<i>Cotoneaster nummularia</i> Fisch. & Mey.	Tavşan elması	Kürt ağacı	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
91	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Alıç	Kızılçık, Kırmızı alıç	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-
92	<i>Crataegus orientalis</i> Pallas ex Bieb.	Alıç	Alıç	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
93	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Ayva	Ayva	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
94	<i>Fragaria vesca</i> L.	Çilek	Çilek	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	<i>Pyrus elaeagnifolia</i> Pallas.	Ahlat	Dağ armudu, Yaban armudu	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+
96	<i>Rubus idaeus</i> L.	Ahududu	Çitir, Temel üzümü	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
97	<i>Rosa canina</i> L.	Yabani gül	Kuşburnu, İtburnu, öküzgözü	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
98	<i>Populus alba</i> L.	Akkavak	Selvi	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
99	<i>Populus nigra</i> L.	Karakavak	Karakavak	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
100	<i>Salix babylonica</i> L.	Söğüt	Salkım söğüt	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
101	<i>Verbascum cheiranthifolium</i>	Sığırkuyruğu	Sığırkuyruğu	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
102	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Patates	Gumpir	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-
103	<i>Daphne oleoides</i> Schreb.	Dafne	Çöpleme	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+
104	<i>Urtica dioica</i> L.	Isırgan	Isırgan	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
105	<i>Verbena officinalis</i> L.	Mine çiçeği	Basır otu	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
106	<i>Viscum album</i> L.	Ökse otu	Büvelek otu, böğürtlen	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+
107	<i>Peganum harmala</i> L.	Üzerlik	Üzerlik	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+





**Figure 7.** a-f Medicinal, h-k Food plant used. a- *Cistus laurifolius* L., b- *Inula montbretiana* DC., c- *Euphorbia kotschyana* Fenzl., d- *Verbascum cheiranthifolium*, e- *Plantago lanceolata* L., f- *Ornithogalum orthophyllum* Ten., g- *Rubus idaeus* L., h- *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg., i- *Sinapis arvensis* L., j- *Rosa canina* L., k- *Pyrus elaeagnifolia* Pallas.

**Şekil 7.** a-f Tibbi, h-k Gıda için kullanılan bitkiler a- *Cistus laurifolius* L., b- *Inula montbretiana* DC., c- *Euphorbia kotschyana* Fenzl., d- *Verbascum cheiranthifolium*, e- *Plantago lanceolata* L., f- *Ornithogalum orthophyllum* Ten., g- *Rubus idaeus* L., h- *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg., i- *Sinapis arvensis* L., j- *Rosa canina* L., k- *Pyrus elaeagnifolia* Pallas.





**Figure 8. a-u materials. a-**Andız, **b-**Cane, **c-**Scythe, **d-**Pitchfork, **e-** Snow shovel, **f-**Atkı, **g-**Grain shovel, **h-**Pişirgeç, **r-** Grain stem scratch **i-**Wine cask boring, **j-**Garden broom, **k-**House broom, **l-** Kirkit, **m-**Wooden mortar, **n-**Senit, **o-**Partridge cage, **ö-**Plane, **p-**Sieve, **r-**Packsaddle, **s-**Kirman (Yün eğirme aleti=Wool spin tool), **ş-**Düven, **t-**Hanger, **u-**Edik (parmak koruyucu=Finger protective used)

**Şekil 8. a-u malzemeler. a-**Andız, **b-**Baston, **c-**Tırpan, **d-**Dirgen, **e-** Kar küreği, **f-**Atkı, **g-**Tahlıl küreği, **h-**Pişirgeç, **r-** Tahlıl sap tırnığı **i-**Şarap fıçısı delicisi, **j-**Bahçe süpürgesi, **k-**Ev süpürgesi, **l-** Kirkit, **m-**Dibek, **n-**Senit, **o-**Keklik kafesi, **ö-**Planya, **p-**Elek, **r-**Eğer, **s-**Kirman (Yün eğirme aleti = Yün eğirme aleti), **ş-** Düven, **t-**Askı, **u-**Edik (= Parmak koruyucu), **ü-**Ediğin kullanımı (Parmak koruyucu)

### Statement of conflict of interest

Authors have declared no conflict of interest.

### REFERENCES

- Addis G, Urga K, Dikasso D. 200. Ethnobotanical study of edible wild plants in some selected districts of Ethiopia. *Hum Ecol.* 33 (1): 83-118.
- Ahvazi M, Sigarodi K. F, Charkhehiyan M. M, Mojab F, Mozaffarian A.V, Zakeri H 2012. Introduction of Medicinal Plants Species with the Most Traditional Usage in Alamut Region Iranian Journal of Pharmaceutical Research 11 (1): 185-194.
- Akan H, Korkut MM, Balos M.M 2008. An Ethnobotanical Study Around Arat Mountain and its Surroundings (Birecik, Sanliurfa). *Fırat Univ J Sci and Eng.* 20: 67–81.
- Arı S, Kargioğlu M, Temel M, Konuk M 2014. Traditional Tar Production from the Anatolian Black Pine [*Pinus nigra* Arn. subs. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pallasiana*] and its Usages in Afyonkarahisar, Central Western Turkey. *J Ethnobiol Ethnomed.* 10: 1–9.
- Arı S, Temel M, Kargioğlu M, Konuk M 2015. “Ethnobotanical Survey of Plants Used in Afyonkarahisar, Turkey”, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11 (84): 1-15.
- Awan M, R Iqbal, Z Shah M. S, Jamal Z, Jan G, Afzal M, Majud A, Gul A 2011. Studies on Traditional Knowledge of Economically Important Plants of Kaghan Valley, Mansehra District, Pakistan *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 5(16), pp. 3958-3967.
- Ayyanar M and Ignacimuthu S 2009. Herbal Medicines for Wound Healing Among Tribal People in Southern India: Ethnobotanical and Scientific evidence. *International Journal of Applied Research in Natural Products* 2 (3), pp. 29-42.
- Baytop T 1994. *Türkçe Bitki Adları Sözlüğü*, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Dil Kurumu Yayınları: 578, Ankara.
- Baytop T 1999. *Therapy With Medicinal Plants in Turkey (past and present)*. 2nd ed. Istanbul Nobel Medicine Publication.
- Baytop T 2007. *Turkish Dictionary of Plant Names*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Çakılcıoğlu U, Khatun S, Turkoğlu I, Hayta S 2011. Ethnopharmacological Survey of Medicinal Plants in Maden (Elazığ, Turkey). *J Ethnopharmacol.* 137:469–86.
- Çimen, O 2007. Konya İlinde Kullanılan Halk İlaçları üzerinde Etnobotanik Araştırmalar. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Shf:32.
- Davis PH 1965–1985. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, vol. 1-9. Edinburgh: University Press;
- Demirci S, Özhatay N 2012. An ethnobotanical Study in Kahramanmaraş (Turkey); wild Plants Used for Medicinal Purpose in Andırın. *Kahramanmaraş T J Pharm Sci.* 9:75–92.
- Durmuşkahya C, Öztürk M 2013. Ethnobotanical Survey of Medicinal Plants Used for the Treatment of Diabetes in Manisa. *Turkey Sains Malaysiana.* 42: 1431–1438.
- Ejaz M 2003. Ethnobotanical Uses of Plants of Lawat District Muzaffarabad, Azad Jammu and Kashmir. *Asian Journal of Plants Sciences* 2 (9): 680-682.
- Elçi B, Erik S 2006. Güzül (Ankara) ve Çevresinin Etnobotanik Özellikleri Hacettepe Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Derg 26 (2): 57-64.
- Ertuğ F 2000. An ethnobotanical study in Central Anatolia (Turkey). *Econ Bot.* 54 (2): 155-82.
- Ertuğ F 2004. Wild edible plants of the Bodrum area (Muğla, Turkey). *Turk J Bot.* 28:161-74.
- Ertuğ F, Tümen G, Çelik A, Dirmenci T 2003. Ethnobotanical Survey of Buldan (Denizli), TUBA Culture Inventory. 2: 187–218.
- Everest, A, Öztürk E 2005. Focusing on the Ethnobotanical Uses of Plants in Mersin and Adana Provinces (Turkey). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 1: 6.
- Ezer N and Avcı K 2004. Çerkeş (Çankırı) Yöresinde Kullanılan Halk İlaçları. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Derg 24 (2): 67-80.
- Ezer N, Arısan Ö. M 2006. Folk Medicines in Merzifon (Amasya, Turkey). *T. J. of Bot.* 30: 223–330.
- Ghorbani, A 2005. Studies on Pharmaceutical Ethnobotany in the Region of Turkmen Sahra, North of Iran (Part 1): General Results. *Journal of Ethnopharmacology* 102: 58–68.
- Güler B, Manav E, Uğurlu E 2015. Medicinal Plants Used by Traditional Healers in Bozüyük (Bilecik–Turkey). *J Ethnopharmacol.* 173:39–47.
- Güner A 2014. *Illustrated Flora of Turkey* Vol. 1. İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları (in Turkish).
- Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT 2012. The checklist of Flora of Turkey (Vascular Plants). İstanbul: Flora Araştırmaları Derneği ve Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını (in Turkish).
- Güner A, Kandemir A, Menemen Y, Yıldırım H, Aslan S, Ekşi G, Güner I, Çimen AÖ 2018. *Illustrated Flora of Turkey* Vol. 2. İstanbul: ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları (in Turkish).
- Hayta S, Polat R, Selvi S 2014. Traditional Uses of Medicinal Plants in Elazığ (Turkey). *J Ethnopharmacol.* 154: 613–623.
- Honda G, Yeşilada E, Tabata M, Sezik E, Fujita T, Takeda Y, et al. 1996. *Traditional Medicine in Turkey VI. Folk Medicine in West Anatolia: Afyon, Kütahya, Denizli, Muğla, Aydın Provinces.* *J Ethnopharmacol.* 53:75–87.



- İnan E, İpek G, İpek A. (2012). Endemic Medicinal Plants of Çankırı. *J Turkish Sci.* 5: 38–40.
- Kargıoğlu M, Cenkcı S, Serteser A, Evliyaoğlu N, Konuk M, Kök M. Ş, Bağcı Y 2008. An Ethnobotanical Survey of Inner-West Anatolia, Turkey. *Human Ecology.* 36: 763–777.
- Kargıoğlu M, Cenkcı S, Serteser A, Konuk M, Vural G 2010. Traditional Uses of Wild Plants in the Middle Aegean Region of Turkey, *Hum Ecol* 38, 429–450.
- Keskin, L 2011. Kadınhanı (Konya) Ve Çevresinde Yetişen Bitkilerin Etnobotanik Özellikleri. S.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 254 syf.
- Lev E, Amar Z 2000. Ethnopharmacological Survey of Traditional Drugs Sold in Israel at the End of the 20th Century. *Journal of Ethnopharmacology* 72: 191–205.
- Łuczaj Ł 2012. Ethnobotanical review of wild edible plants of Slovakia. *Acta Soc Bot Pol.* 81(4): 259-370.
- Malyer H, Özaydın S, Tümen G, Er S 2004. Ethnobotanics Characteristics of Plants Sold in Herbalist in Tekirdağ and its Surroundings. *Dumlupınar Univ J Sci.* 7:103–11.
- Metin. A 2009. Mut ve çevresinde (Mersin) yetişen bitkilerin etnobotanik özellikleri. S.Ü. Fen Bilimleri Ens., Yüksek lisans Tezi. 239 syf.
- Özgen U, Kaya Y, Coşkun M 2004. Ethnobotanical Studies in the Villages of the District of Ilıca (province Erzurum) Turkey. *Economic Botany* 58: 691–696.
- Öztürk F, Ölçücü C 2011. Ethnobotanical Features of Some Plants in the District of Şemdinli (Hakkari, Turkey). *Int J Acad Res.* 3:120–125.
- Öztürk M, Dinç M 2005. Nizip (Aksaray) Bölgesinin Etnobotanik Özellikleri. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 12 (1): 93-102.
- Pieroni A, Giusti M. E, Münz H, Lenzarini C, Turkovic G, Turkovic A 2003. Ethnobotanical Knowledge of the Istro-Romanians of Zejane in Croatia. *Fitoterapia* 74: 710–719.
- Polat R, Satıl F 2011. An Ethnobotanical Survey of Medicinal Plants in Edremit Gulf (Balıkesir, Turkey). *J Ethnopharmacol.* 139:626–41.
- Saday H 2009. Güzeloluk Köyü ve Çevresinin (Erdemli / Mersin) Etnobotanik Özellikleri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi Konya. Shf: 33.
- Sağiroğlu M, Arslantürk A, Akdemir ZK, Turna M 2012. An Ethnobotanical Survey From Hayrat (Trabzon) and Kalkandere (Rize, Turkey). *Bio Di Con.* 5:31–43.
- Sargın SA, Akçicek E, Selvi S. 2013. An Ethnobotanical Study of Medicinal Plants Used by the Local People of Alaşehir (Manisa) in Turkey. *J Ethnopharmacol.* 150:860–874.
- Sarper F, Akaydın G, Şimşek I, Yeşilada E 2009. An Ethnobotanical Field Survey in the Haymana District of Ankara Province in Turkey 33: 79-88.
- Sezik E, Yeşilada E, Honda G, Takaishi Y, Takeda Y, Tanaka T 2001. Traditional Medicine in Turkey X. Folk Medicine in Central Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology* 75: 95–115.
- Şimşek I, Aytekin F, Yeşilada E, Yıldırım S 2004. An Ethnobotanical Survey of the Beypazarı, Ayas, and Güdül District Towns of Ankara Province (Turkey). *Economic Botany* 58: 705–720.
- Teklehaymanot T, Giday M, Mehdim G, Yalemtehay M 2007. Knowledge and Use of Medicinal Plants by People Around Debre Libanos Monastery in Ethiopia. *Journal of Ethnopharmacology* 111: 271–283.
- The Plant List. 2013. <http://www.theplantlist.org>. Accessed 01 May 2021.
- Tuzlacı E, Aymaz P. E 2001. Turkish Folk Medicinal Plants, Part IV: Gönen-Balıkesir. *Fitoterapia* 72: 323–343.
- Tuzlacı E, Erol M K 1999. Turkish Folk Medicinal Plants, Part II. Eğirdir (Isparta). *Fitoterapia.* 70:593–610.
- Ugulu I, Baslar S, Yorek N, Doğan Y 2009. The Investigation and Quantitative Ethnobotanical Evaluation of Medicinal Plants Used Around Izmir Province, Turkey. *Journal of Medicinal Plants Research* 3(5): 345–367.
- Yeşilada E, Honda G, Sezik E, Tabata M, Fujita T, Tanaka T et al. 1995. Traditional Medicine in Turkey V. Folk Medicine in the Inner Taurus Mountains. *J Ethnopharmacol.* 46:133–52.
- Yeşilada E, Honda G, Takaishi Y, Tanaka T, Takeda Y 2001. Traditional Medicine in Turkey. X. Folk Medicine in the Eastern Part of Central Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology* 75: 95–115.
- Yeşilada E, Sezik E, Honda G, Takaishi Y, Takeda Y, Tanaka T 1999. Traditional Medicine in Turkey IX. Folk medicine in Northwest Anatolia. *J Ethnopharmacol.* 64: 195–210.
- Yücel E, Güney F, Şengün Y. İ 2010. The Wild Plants Consumed as a Food in Mihaliççık District (Eskişehir, Turkey) and Consumption Forms of These Plants Biological Diversity and Conservation 3/3:158-175.



## Serada Yetiştirilen Hıyarın Yarı İslatmalı Sulama ve Geleneksel Kısıntılı Sulamaya Tepkisi

Harun KAMAN<sup>1</sup>, Ömer ÖZBEK<sup>2</sup>, Ersin POLAT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 07058 Kampüs, Antalya, Türkiye, <sup>2</sup>Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Antalya, Türkiye, <sup>3</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 07058 Antalya, Türkiye.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9308-3690>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-6334-1222>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-2414-5071>

✉: [hkaman@akdeniz.edu.tr](mailto:hkaman@akdeniz.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada, serada yetiştirilen hıyar bitkisinin yarı ıslatmalı sulama (YIS) ve geleneksel kısıntılı sulamaya (KS) tepkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Türkiye'nin güneyinde Antalya koşullarında plastik örtülü ve cam olmak üzere iki farklı serada yürütülmüştür. Kontrol konu (K100) ile birlikte iki geleneksel kısıntılı sulama (KS75 ve KS50), ardışık-yarı ıslatmalı sulama (A-YIS75 ve A-YIS50) ve sabit-yarı ıslatmalı sulama (S-YIS75 ve S-YIS50) olmak üzere yedi sulama konusu ele alınmıştır. Sulama suyu (mm), verim (t ha<sup>-1</sup>), bitki boyu (cm), kuru madde vb gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Sulama suyu kullanım randımanı (SSKR) değerleri (kg (ha×mm)<sup>-1</sup>) hesaplanmıştır. Beklenildiği gibi, K100 kontrol konusu toprak su içeriği en yüksek değerlerde ve tarla kapasitesi yakın bir seyir izlemiştir. Diğer konularda ise bitki kök bölgesi toprak su içeriği K100 konusundan daha düşük düzeyde kalmıştır. Toplam verim değerlerinin istatistiksel analizi sonucu Tukey's %5 düzeyinde sulama konuları arasındaki fark önemli bulunmuştur. İlk yıl K100, KS75, S-YIS75, A-YIS75 ve A-YIS50 konuları istatistiki olarak en yüksek verim değerlerinde yer almış ve aralarında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Yine ilk yıl, S-YIS50 ve KS50 konuları ise istatistiki olarak en düşük verim değerlerine sahip olmuştur. İkinci yıl, birinci yıla benzer bir şekilde ancak, sadece K100 ve S-YIS75 konuları istatistiki olarak en yüksek verim değerlerine sahip olmuş ve aralarında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Yine ikinci yıl, KS50 konusu istatistiki olarak en düşük verim değerine sahip olmuştur. SSKR değeri her iki yıl en yüksek A-YIS50 konusunda hesaplanmıştır. En düşük SSKR değeri ise birinci yıl KS50, ikinci yıl ise A-YIS75 konularında belirlenmiştir. Araştırmada, genel olarak, sulama suyunun kısıntı düzeyi arttıkça verimde azalma saptanmıştır. Sulama suyundan tasarruf sağlamaya yönelik araştırmalar özellikle suyun kıt ve pahalı olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde önemini gittikçe artırmaktadır. Bu bağlamda, verimdeki düşüşün sulama suyundaki azalma oranından daha küçük kalması, YIS konularının bir avantajı olarak görülebilir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 19.02.2021

Kabul Tarihi : 09.04.2021

#### Anahtar Kelimeler

Kısıntılı sulama

Su tasarrufu

Verim

Sulama suyu kullanım randımanı

## Response of Greenhouse Grown Cucumber to Partial Root Zone Drying and Conventional Deficit Irrigation

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the response of greenhouse grown cucumber to the partial root zone drying (YIS) and conventional deficit irrigation (KS). The study was conducted in plastic and glass covered two greenhouses in Antalya condition. With control (K100) and total of seven irrigation treatments including two conventional deficit irrigation (KS75 and KS50), two alternate-partial root zone drying (A-YIS75 and A-YIS50) and two fixed-partial root zone drying (S-YIS75 and S-YIS50) were discussed. Irrigation water (mm), yield (t ha<sup>-1</sup>), plant height (cm), dry matter etc. observations and measurements were recorded. Irrigation water use

### Research Article

#### Article History

Received : 19.02.2021

Accepted : 09.04.2021

#### Keywords

Deficit irrigation

Water saving

Yield

Irrigation water use efficiency

efficiency (SSKR) values ( $\text{kg (ha}\times\text{mm)}^{-1}$ ) were calculated. As expected, the soil water content of control (K100) treatment was at the highest values and field capacity followed a close course. In other treatments, the soil water content in the plant root zone remained lower than the K100. As a result of the statistical analysis of the total yield values, Tukey's 5% level difference between irrigation treatments was found to be significant. In the first year, K100, KS75, S-YIS75, A-YIS75 and A-YIS50 treatments were statistically at the highest efficiency values and there was no statistically difference between them. Again, in the first year, S-YIS50 and KS50 treatments had statistically the lowest efficiency values. In the second year, similar to the first year, but only the K100 and S-YIS75 treatments had the highest efficiency values statistically, and there was no statistically difference between them. Again, in the second year, KS50 treatment had the lowest efficiency value statistically. The SSKR value was calculated for the highest A-YIS50 for both years. The lowest SSKR value was determined in the first year KS50 and the second year in A-YIS75. In the study, generally, as the level of irrigation water reduced, the yield was decreased. Studies on saving irrigation water, in particular, it is increasingly important in arid and semi-arid regions where water is scarce and expensive. In this context, an advantage of YIS treatment is that the reduction in yield remains smaller than the rate of reduction in irrigation water.

**Atıf İçin:** Kaman H, Özbek Ö, Polat E 2022. Serada Yetiştirilen Hıyarın Yarı İslatmalı Sulama ve Geleneksel Kısıntılı Sulamaya Tepkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 337-347. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.883294>  
**To Cite:** Kaman H, Özbek Ö, Polat E 2022. Response of Greenhouse Grown Cucumber to Partial Root Zone Drying and Conventional Deficit Irrigation. KSU J. Agric Nat 25 (2): 337-347. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.883294>

## GİRİŞ

Suyun kıt ve pahalı olduğu bölgelerde yaygın kullanıma sahip olan ve geleneksel olarak uygulanan kısıntılı sulama ile mevsim içi sulamalarda optimum ürünü sağlamak koşuluyla, gerekenden daha az su uygulayarak, mevcut su kaynağı ile daha fazla tarım alanının sulanması amaçlanır. Diğer bir kısıntılı sulama uygulaması da yarı ıslatmalı sulama (YIS) uygulamasıdır. YIS uygulaması ile geleneksel sulamalarda uygulanan su miktarı belirli bir oranda azaltılarak görece olarak bitki köklerinin yarısı ıslatılmakta ve kalan diğer yarısı kuru bırakılmaktadır. Böylece, suyun kıt ve pahalı olduğu bölgelerde geleneksel kısıntılı sulamaya benzer şekilde, daha az su uygulayarak, mevcut su kaynaklarından daha etkin bir şekilde yararlanılması amaçlanır (Kang ve ark., 1998). Yarı ıslatmalı sulama uygulaması altında bitki kök bölgesinin periyodik olarak yarısının ıslatılmasıyla, bilinen geleneksel kısıntılı sulama uygulamasına kıyasla su kullanım randımanının daha yüksek olabileceği gösterilmiştir (ör., Chaffey, 2001). Yarı ıslatmalı sulama uygulamasında bitki köklerinin bir tarafı görece ıslatılırken, köklerin diğer tarafı görece kuru bırakılır.

Yarı ıslatmalı sulama uygulamasına yönelik ilk çalışmalar, seralarda saksı denemeleriyle yapılmıştır. Bitkiler, kökleri ikiye ayrılarak iki farklı saksıda

yetiştirilmekte, köklerinin yarısının bulunduğu saksılar ardışık olarak sulanır ve kuru bırakılırken, gelişimlerini devam ettirebilmektedirler. Bu durumda yetiştirilen bitkilerin yapraklarında su kaybı daha az olmakta ve stomaları görece olarak kapanmaktadır (Zhang ve ark., 1987; Davies ve Zhang, 1991; Davies ve ark., 1994). Bitkilerdeki stoma kontrolünün, köklerin bir yarısının periyodik olarak kuru bırakılmasıyla köklerden yapraklara gönderilen kimyasal sinyallerle sağlandığı ileri sürülmüştür (Davies ve Zhang, 1991; Tardieu ve Davies, 1992). Bu sinyaller bitkide vegetatif gelişmeyi azaltırken, generatif gelişmeyi teşvik etmektedir. Köklerin bir yarısının kuru bırakılırken, diğer yarısının ıslatılması sonucu ksilem elementleri içinde absisik asit konsantrasyonunun artarak stomaların kapanmasını tetikledikleri gösterilmiştir (Stoll ve ark., 2000). Kök içi su potansiyelinin değişimi, ksilem suyu pH'sının artması gibi diğer nedenler de yapraklarda stoma açıklığının kontrolünde etkili olduğu gösterilmiştir (Wilkinson ve Davies, 1997).

Yarı ıslatmalı sulama (YIS) ile ilgili literatür taramasından, YIS tekniği üzerine yoğun bir şekilde araştırmaların yapıldığı görülmektedir. Ele alınan araştırmalarda kimi değişik bitki tür ve çeşidi materyal olarak yer almasına karşın, YIS tekniği altında hıyar bitkisinin olası tepkilerine yönelik bir araştırmanın yürütülmediği görülmektedir. Hıyar, Antalya yöresi ve Türkiye için çok geniş üretim

alanına ve tüketime sahip olduğu ve literatürdeki eksiliği de gidermek amacıyla bu araştırmanın bitki materyalini oluşturmuştur. Araştırmada, hıyar bitkisi yetiştiriciliğinde geleneksel kısıntılı sulama uygulamaları ile sabit ve alternatif YIS tekniği test edilerek muhtemel tepkileri araştırılmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Araştırma alanı ve özellikleri

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde ilkbaharda olacak şekilde, iki yetiştirme döneminde cam ve plastik örtülü olmak üzere iki farklı serada yürütülmüştür. Seralar, Türkiye'de yaygın olarak kullanılan ve kuzey-güney yönünde kurulmuş 16×60 m boyutunda planlanmıştır. Araştırma alanının deniz seviyesinden yüksekliği 54 m'dir (Anonim, 1998).

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının kimi fiziksel özellikleri.

Table 1. Some physical properties of the experimental soil.

Derinlik (cm)	Tarla kapasitesi (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	Solma noktası (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	Hacim ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )
Plastik örtülü-sera (Birinci yıl)			
0-20	0.292	0.196	1.128
20-40	0.271	0.208	1.236
40<	0.251	0.186	1.286
Cam-sera (İkinci yıl)			
0-20	0.415	0.294	1.349
20-40	0.375	0.273	1.296
40 <	0.332	0.262	1.391

### Bitki materyali

Deltastar F1 – hibrid hıyar çeşidi kullanılmıştır. Sözkonusu çeşit, geç güzlük ve erken ilkbahar yetiştiriciliği için uygun multi bir hıyar çeşididir. Güçlü ve açık bitki yapısına sahip olup uzun dönemde yetiştirilebilir. Uzunluğu 16-18 cm olup koyu yeşil ve parlak renkte meyvesi vardır. Meyveleri kaliteli ve homojendir. Raf ömrü uzundur. CMV / CVYV / Sf / Scab / Pc gibi virüs ve hastalıklara karşı dayanıklıdır.

### Sulama uygulaması ve araştırma planlaması

Sulama suyu, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde bulunan pompaj sisteminden sağlanmıştır. Sulama uygulamaları damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Sulama konularının uygulanmasına başlandıktan sonra birinci yıl toplam 24 ve ikinci yıl ise toplam 19 kez sulama uygulaması yapılmıştır. Birinci yıl toplam 21 ve ikinci yıl ise 14 kez hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma birinci yıl 129 gün ve ikinci yıl ise iklim koşullarına bağlı olarak 119 gün sürmüştür. Araştırmada yedi sulama konusu ele alınmış ve ayrıntısı Çizelge 2'de verilmiştir.

Araştırmada ele alınan sulama konuları tesadüfi bir şekilde ve 3 yinelemeli olarak seraya yerleştirilmiştir. Fideler tesadüf parselleri deneme desenine göre toprağa şaşırtılmıştır. Hıyarın dikim işlemi, sıra üzeri

Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü araştırma alanında yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Antalya'da yıllık ortalama sıcaklık 18.0 °C, en soğuk ay 9.2 °C ile Ocak ve en sıcak ay ise 28.2 °C ile Temmuz ayıdır. Yıllık ortalama oransal nem %63, ortalama toplam yağış 1063.5 mm ve ortalama toplam buharlaşma 1886.3 mm'dir (Anonim, 2000).

Araştırma alanı toprakları Gölbaşı serisine girmektedir. Masif travertenler üzerinde gelişmiş bulunan Gölbaşı serisi toprakları fazla profil gelişimi göstermeyen ve genç topraklar olmaları nedeniyle Entisol ordosuna dahil edilmiştir. AC horizonlu ve çok genç olan bu seri topraklarının bütün profilleri killi-tın tekstüre sahiptir. Hemen hemen düz ve düze yakın topografyalarda yer alırlar (Sarı ve ark., 1993). Yıllar itibarıyla, araştırmanın yapıldığı seralara ait kimi toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

50 cm ve sıra arası 80 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Her bir sırada 16 bitki ve her bir sulama konusunda toplam 5 sıra yer almıştır. Hasat işlemleri, kenar tesiri de dikkate alınarak, genel olarak her bir konunun bir tekerrüründen olmak üzere 14 bitkiden yapılmıştır.

Yetiştirme mevsimi boyunca farklı sulama konuları altındaki toprak su içeriği PR2 toprak profilinde su ölçüm sensörü ile izlenmiştir. Sulamalar sabit aralıklarla çiçeklenmeye kadar haftada bir, meyve tutumundan son hasada kadar ise haftada iki olacak şekilde planlanmıştır. Sera içerisine A-Sınıfı buhar kabı konulmuş ve buradan alınan buharlaşma ölçümleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla kontrol (K100) konuya uygulanan sulama suyu miktarı hesaplanmıştır (Kirda ve ark., 2004; Kaman ve ark., 2006):

$$I = K \times E_p$$

Eşitlikte: I, sulama suyu (mm); K, bitki örtü yüzdesi katsayısı; E<sub>p</sub>, sulama aralığına karşılık gelen A-Sınıfı buhar kabından alınan toplam buharlaşma (mm).

Hıyar bitkisi için gerekli olan ve yöredeki üretici uygulaması ile araştırma sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda azot, fosfor ve potasyum gübrelerinden sırasıyla 100 mg l<sup>-1</sup>, 30 mg l<sup>-1</sup> ve 200 mg l<sup>-1</sup> olarak uygulanmıştır (Kirda ve Baytorun, 1999).

## Çizelge 2. Sulama konuları ve açıklamaları

Table 2. Irrigation treatments and description

Sulama konuları	Açıklamaları
K100	A-Sınıfı buharlaşma kabına göre hesaplanan, bitkinin ihtiyaç duyduğu sudan herhangi bir kısıntı yapılmaksızın geleneksel olarak uygulanan kontrol konu.
KS75	K100 konusuna uygulanan su miktarının %75'inin bitki köklerinin her iki tarafına uygulandığı geleneksel kısıntılı sulama konusu.
A-YIS75	K00 konusuna uygulanan su miktarının %75'inin her sulamada ardışık olarak köklerin bir yarısı ıslatılacak şekilde uygulanan sulama konusu.
S-YIS75	K100 konusuna uygulanan su miktarının %75'inin sezon boyunca her sulamada sabit olarak köklerin aynı tarafı ıslatılacak şekilde uygulanan sulama konusu.
KS50	K100 konusuna uygulanan su miktarının %50'sinin bitki köklerinin her iki tarafına uygulandığı geleneksel kısıntılı sulama konusu.
A-YIS50	K100 konusuna uygulanan su miktarının %50'sinin her sulamada ardışık olarak köklerin bir yarısı ıslatılacak şekilde uygulanan sulama konusu.
S-YIS50	K100 konusuna uygulanan su miktarının %50'sinin sezon boyunca her sulamada sabit olarak köklerin aynı tarafı ıslatılacak şekilde uygulanan sulama konusu.

Araştırmada farklı sulama uygulamalarına karşı hıyarın tepkisini belirlemek amacıyla bitki boyu ölçümleri yapılmıştır. Sulama uygulamalarına başlamadan önce her bir konudan ve o konuyu temsil edecek altışar bitki (altı yineleme) işaretlenmiştir. Bitki boyu ölçümleri işaretli bitkilerde yetiştirme mevsimi boyunca sürdürülmüştür. Toprak üstü kuru madde üretimi yine bitki boy ölçümünde olduğu gibi sezon boyunca izlenmiştir. Hasat işlemlerinde ise meyveler olgunlaşmaya başladıktan sonra arazi tipi tartı ile kütleleri belirlenmiştir. Bu işlem dönem sonuna-son hasada dek devam etmiştir.

Mevsim boyunca uygulanan sulama suyu ve verim değerlerinin kaydedilmesiyle birlikte, her bir sulama konusu için aşağıdaki eşitlik yardımıyla sulama suyu kullanım randımanı (SSKR) hesaplanmıştır.

$$SSKR=V/SS$$

Eşitlikte: SSKR, sulama suyu kullanım randımanı (kg (ha×mm)<sup>-1</sup>); V, verim (kg ha<sup>-1</sup>); ve SS, mevsim boyunca uygulanan sulama suyudur (mm).

Araştırmanın tamamına sulama suyu düzeyi ve sulama uygulama biçimindeki farklılık dışında gübreleme, budama, ilaçlama vs. gibi tüm uygulamalar eşit bir şekilde yapılmıştır. Dolayısıyla hıyar bitkisinin ortaya koyduğu davranış, sadece uygulanan sulama suyu düzeyi ve uygulama biçiminden etkilenmiştir.

Araştırmadan elde edilen veriler SAS istatistik programı yardımıyla %5 önem seviyesinde analiz edilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Toprak su içeriği

Yetiştirme sezonu boyunca mevsimlik toprak su içeriği izlenmiş ve Şekil 1'de araştırmanın birinci yılı için örnek olarak bitki kök bölgesi su içeriğinin mevsim boyunca değişimi verilmiştir. Araştırmanın ikinci

yılında da bitki kök bölgesi su içeriğinin mevsim boyunca değişimi benzer bir tavır sergilemiştir.

Beklenildiği gibi K100 kontrol konusu toprak su içeriği en yüksek değerlerde ve tarla kapasitesi yakın bir seyir izlemiştir (Şekil 1). Diğer konularda ise bitki kök bölgesi toprak su içeriği K100 konusundan daha düşük düzeyde kalmıştır. Bitki kök bölgesi içerisinde en düşük toprak su içeriği ise sulama suyundan %50 kısıntı yapılan konularda ölçülmüştür. Ele alınan konular itibarıyla, sulama suyu miktarındaki azalmaya bağlı olarak, bitki kök bölgesi toprak su içeriğindeki azalma Kırda ve ark. (2004), Kırda ve ark. (2005) ve Kaman ve ark. (2006) tarafında yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Sulama suyundan %50 kısıntı yapılan konularda K100 konusuna oranla su içeriğinin net bir şekilde daha az olduğu saptanmıştır. Bu durum aynı zamanda ele alınan araştırma konularının iyi planlandığı ve doğru bir şekilde uygulandığını göstermektedir.

### Verim, sulama suyu ve sulama suyu kullanım randımanı

Mevsim boyunca, her bir hasatta elde edilen verim (t ha<sup>-1</sup>) değerlerinin zamansal değişimi Şekil 2 ve Şekil 3'de verilmiştir. Sulama konuları altında dönem sonu itibarıyla toplam sulama suyu (mm), toplam verim (t ha<sup>-1</sup>) ve sulama suyu kullanım randımanı (kg (ha×mm)<sup>-1</sup>) değerleri Çizelge 3'de görülebilir. K100 konusunun sahip olduğu sulama suyunun %25 eksiği KS75, A-YIS75 ve S-YIS75 konularına, benzer bir şekilde, %50 eksiği ise KS50, A-YIS50 ve S-YIS50 konularına uygulanmıştır.

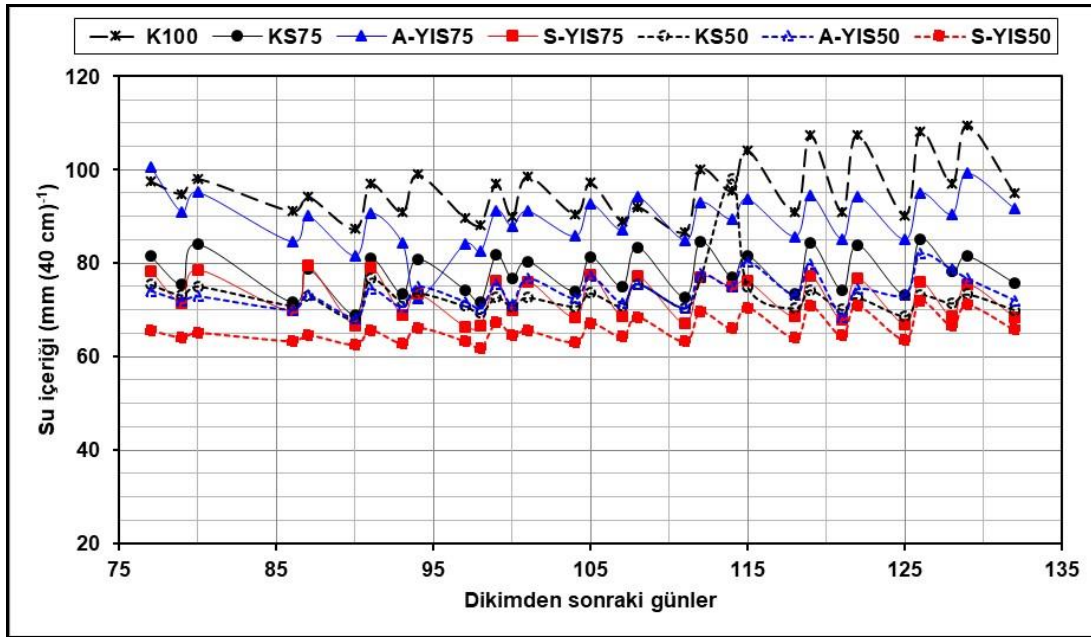
Mevsim sonu itibarıyla, birinci ortalama toplam en yüksek verim (188.10 t ha<sup>-1</sup>) olarak K100 konusunda meydana gelirken, en düşük (122.67 t ha<sup>-1</sup>) KS50 konusunda kaydedilmiştir. Verim azalış oranı K100 konusuna kıyasla KS50 konusunda yaklaşık %34.78 oranında gerçekleşmiştir. Yine mevsim sonu



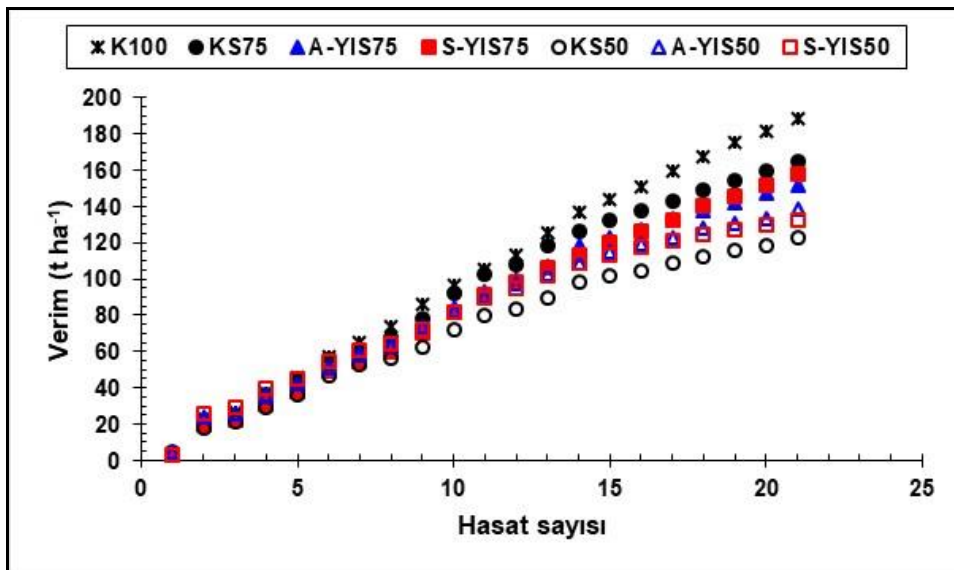
itibariyle, ortalama toplam verim değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralaması tüm sulama konuları için  $K100 > KS75 > S-YIS75 > A-YIS75 > A-YIS50 > S-YIS50 > KS50$  şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 3). İkinci yıl ise ( $191.68 \text{ t ha}^{-1}$ ) yine K100 konusunda meydana gelirken, en düşük ( $100.01 \text{ t ha}^{-1}$ ) yine KS50 konusunda kaydedilmiştir. Bu durumda, verim azalış oranı K100 konusuna kıyasla KS50 konusunda yaklaşık %47.82 oranında gerçekleşmiştir. Mevsim sonu itibarıyla ortalama toplam verim değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralaması tüm sulama konuları için  $K100 > S-YIS75 > A-YIS50 > S-YIS50 > KS75 > A-YIS75 > KS50$  şeklinde

hesaplanmıştır (Çizelge 3). Kontrol konuya göre kıyaslama yapıldığında, verim azalış oranının S-YIS75 konusu altında en düşük olarak hesaplanmıştır. Benzer bir şekilde, Kontrol konuya göre kıyaslama yapıldığında, verim azalış oranının her iki yıl için KS50 konusu altında en yüksek olarak kaydedilmiştir.

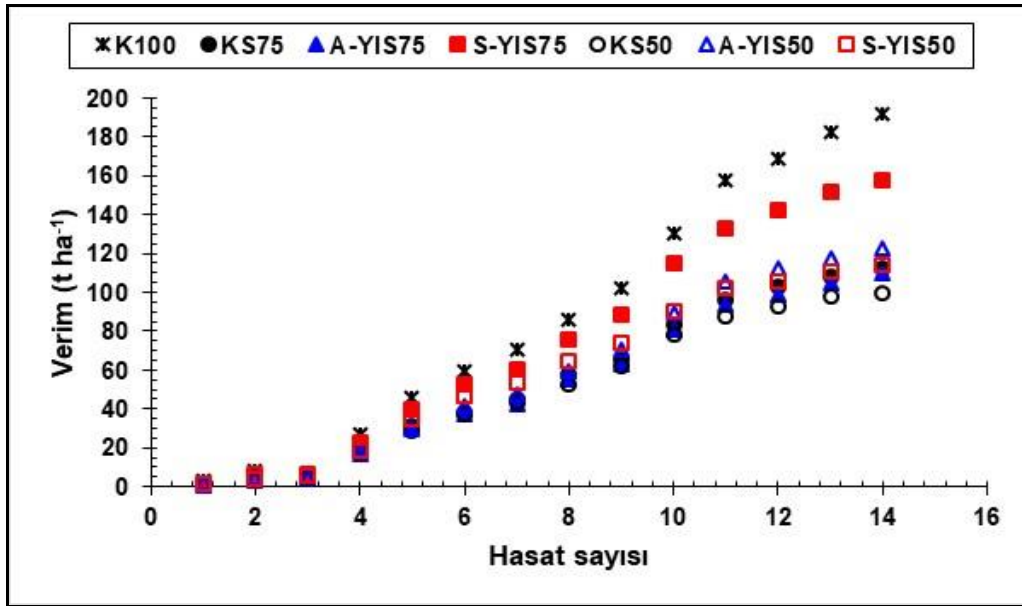
Mevsim sonu itibarıyla toplam verim değerlerinin istatistiksel analizi sonucu Tukey's %5 düzeyinde sulama konuları arasındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 3). İlk yıl K100, KS75, S-YIS75, A-YIS75 ve A-YIS50 konuları istatistiki olarak en yüksek verim değerlerinde yer almış ve aralarında istatistiki olarak



Şekil 1. Birinci yıl tüm konular altında toprak su içeriğinin mevsimsel değişimi.  
Figure 1. Seasonal change of soil water content under all treatments in the first year.



Şekil 2. Birinci yıl, sulama konuları altında her hasatta elde edilen verim değerlerinin değişimi.  
Figure 2. In the first year, the change of yield values obtained in each harvest under irrigation treatments.



Şekil 3. İkinci yıl, sulama konuları altında her hasatta elde edilen verim değerlerinin değişimi.

Figure 3. In the second year, the change of yield values obtained in each harvest under irrigation treatments.

bir fark bulunmamıştır. Yine ilk yıl, S-YIS50 ve KS50 konuları ise istatistiki olarak en düşük verim değerlerine sahip olmuştur. İkinci yıl birinci yıla benzer bir şekilde ancak, sadece K100 ve S-YIS75 konuları istatistiki olarak en yüksek verim değerlerinde yer almış ve aralarında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Yine ikinci yıl, KS50 konusu istatistiki olarak en düşük verim değerine sahip olmuştur.

Sulama suyu kullanım randımanı (SSKR) değeri her iki yıl en yüksek A-YIS50 konusunda hesaplanmış

(Çizelge 3) ve Kırdı ve ark. (2004), Kaman ve ark. (2006) ve Topcu ve ark. (2007) tarafından yapılan araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.

En düşük SSKR değeri ise birinci yıl KS50, ikinci yıl ise A-YIS75 konularında belirlenmiştir. SSKR değerlerinin istatistiksel analizi sonucu Tukey's %5 düzeyinde sulama konuları arasındaki fark birinci yıl önemli bulunmamıştır (Çizelge 3). Ancak, ikinci yıl sulama konuları arasındaki fark istatistiki olarak önemli çıkmıştır.

Çizelge 3. Verim ( $t ha^{-1}$ ), sulama suyu (mm) ve sulama suyu kullanım randımanı ( $kg (ha \times mm)^{-1}$ ).

Table 3. Yield ( $t ha^{-1}$ ), irrigation water (mm) and irrigation water use efficiency ( $kg (ha \times mm)^{-1}$ ).

Sulama konuları	Sulama suyu (mm)	Verim ( $t ha^{-1}$ )*	SSKR ( $kg (ha \times mm)^{-1}$ )*
Plastik örtülü-sera (Birinci yıl)			
K100	216.51	188.10 ± 6.65 a	868.78 ± 30.73 ö.d.
KS75	184.27	164.89 ± 6.83 ab	894.81 ± 37.08 ö.d.
A-YIS75	184.27	152.02 ± 12.04 ab	824.99 ± 65.36 ö.d.
S-YIS75	184.27	157.97 ± 17.27 ab	857.25 ± 93.73 ö.d.
KS50	152.04	122.67 ± 8.87 b	806.85 ± 58.36 ö.d.
A-YIS50	152.04	138.60 ± 11.84 ab	911.63 ± 77.85 ö.d.
S-YIS50	152.04	132.82 ± 9.27 b	873.61 ± 60.95 ö.d.
Tukey's CV		12.56	-
Cam sera (İkinci yıl)			
K100	148.02	191.68 ± 21.64 a	1294.93 ± 146.22 ab
KS75	118.52	112.30 ± 5.79 bc	947.53 ± 48.84 ab
A-YIS75	118.52	110.06 ± 8.84 bc	928.61 ± 74.58 b
S-YIS75	118.52	157.69 ± 3.52 ab	1330.49 ± 29.67 ab
KS50	89.01	100.01 ± 13.85 c	1123.59 ± 155.64 ab
A-YIS50	89.01	122.28 ± 2.61 bc	1373.76 ± 29.29 a
S-YIS50	89.01	114.02 ± 4.87 bc	1280.99 ± 54.70 ab
Tukey's CV		14.41	13.36

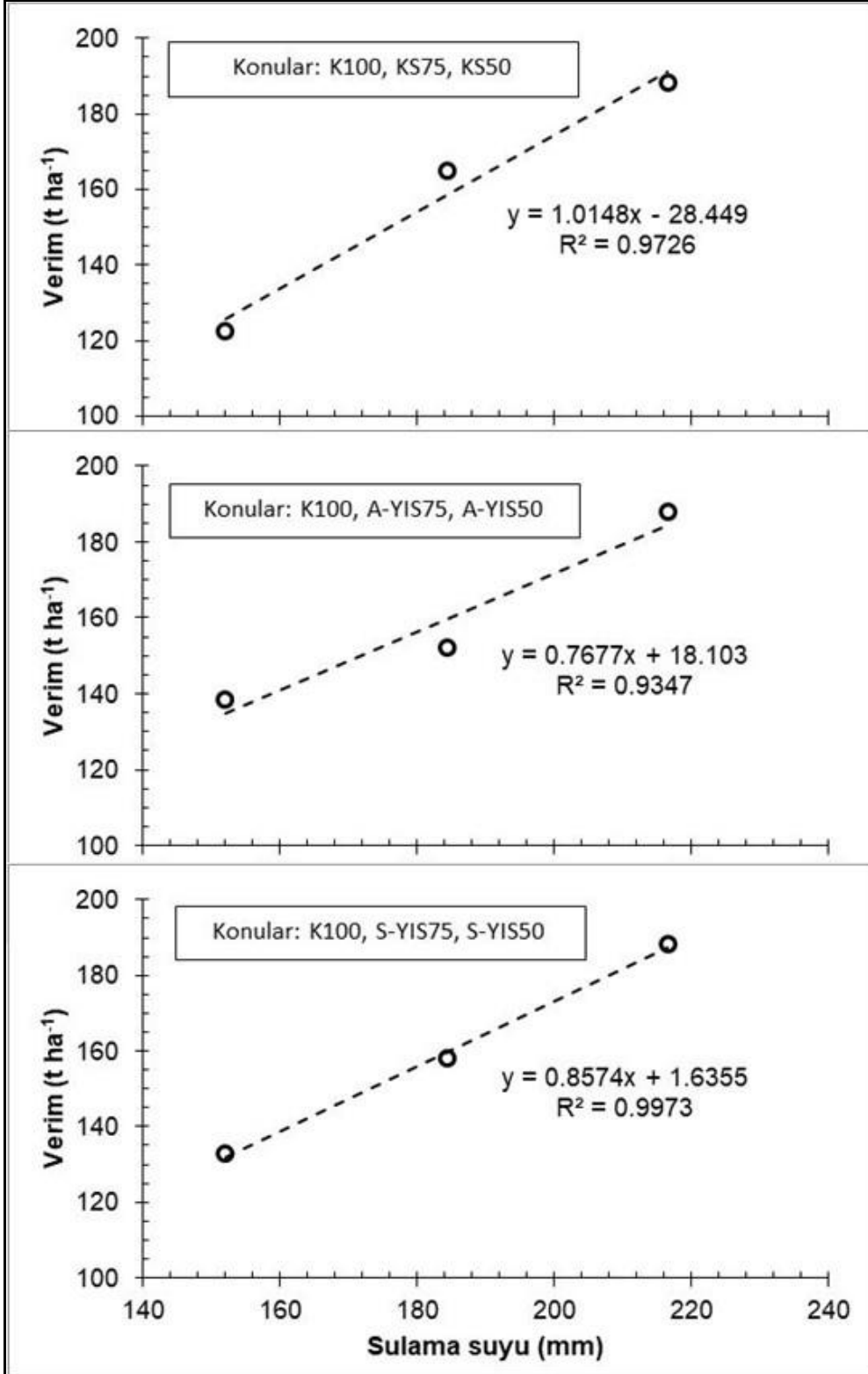
\*Tukey's %5 düzeyinde önemli derecede farklıdır.

ö.d.: Önemli değil

Veriler ( $n=3$ ) ± Standart Hata ile birlikte ortalamadır.

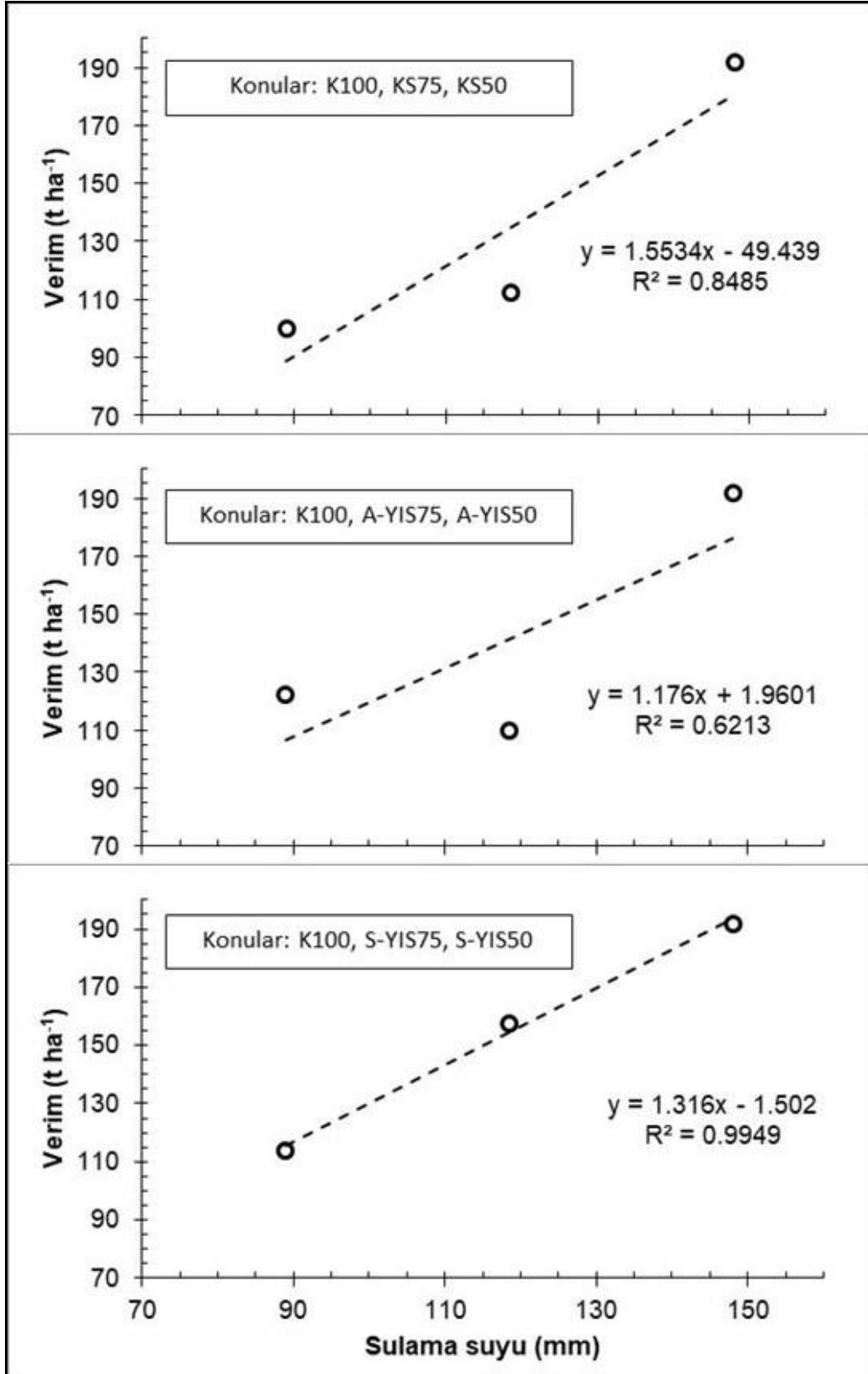
Verim ( $t\ ha^{-1}$ ) ile sulama suyu (mm) arasındaki ilişkiler birinci ve ikinci yıl için sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'de verilmiştir. Su-verim ilişkisini ayrıntılı bir şekilde irdelemek amacıyla; kontrol (K100) konuyla birlikte geleneksel kısıntılı (KS75 ve KS50), ardışık

yarı ıslatmalı (A-YIS75 ve A-YIS50) ve sabit yarı ıslatmalı (S-YIS75 ve S-YIS50) uygulamaları ayrı ayrı grafiklenmiştir. Birinci yıl ve ikinci yıl sulama suyu ile verim arasında oldukça yüksek oranda doğrulsa bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 4, Şekil 5).



Şekil 4. Araştırmanın birinci yılı için verim-sulama suyu arasındaki ilişki.

Figure 4. The relationship between yield-irrigation water for the first year of the study.



Şekil 5. Araştırmanın ikinci yılı için verim-sulama suyu arasındaki ilişki.

Figure 5. The relationship between yield-irrigation water for the second year of the study.

Genel olarak, sulama suyu artışına bağlı olarak verimde de artış kaydedilmiştir. Aynı zamanda, bu durum kısıntılı sulama programının da doğru bir

şekilde uygulandığının bir göstergesidir. Bununla birlikte, özellikle, sabit yarı ıslatmalı (S-YIS75 ve S-YIS50) konuları altındaki verim-sulama suyu ilişkisi



(birinci yıl  $R^2=0.9973$  ve ikinci yıl  $R^2=0.9949$ ) en yüksek çıkmıştır (Şekil 4, Şekil 5).

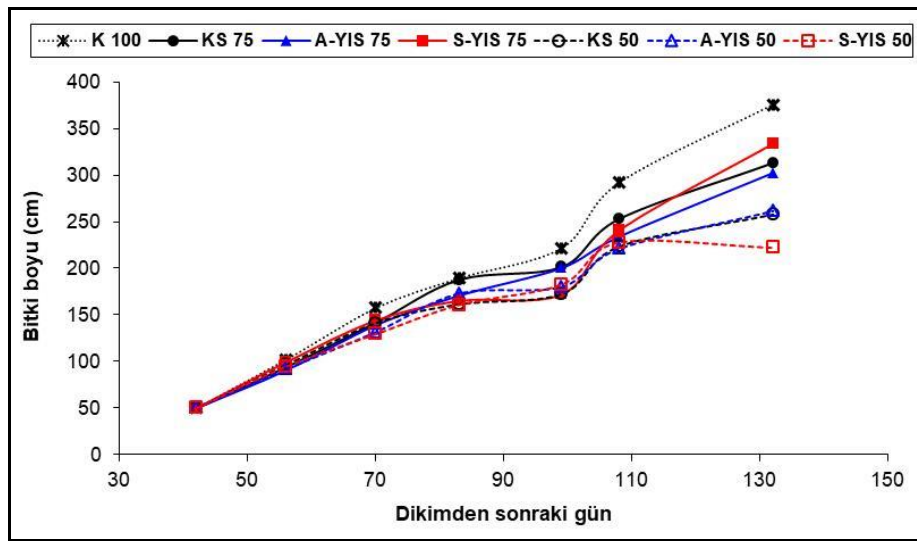
### Bitki boyu ve kuru madde gelişimi

Farklı sulama düzeyi ve uygulama biçimleri altında hıyar bitkisinin davranışını test etmek amacıyla verimin yanı sıra bitki boyu ölçümleri de yapılmıştır. Birinci ve ikinci yıla ait bitki boyunun mevsimsel değişimi sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.

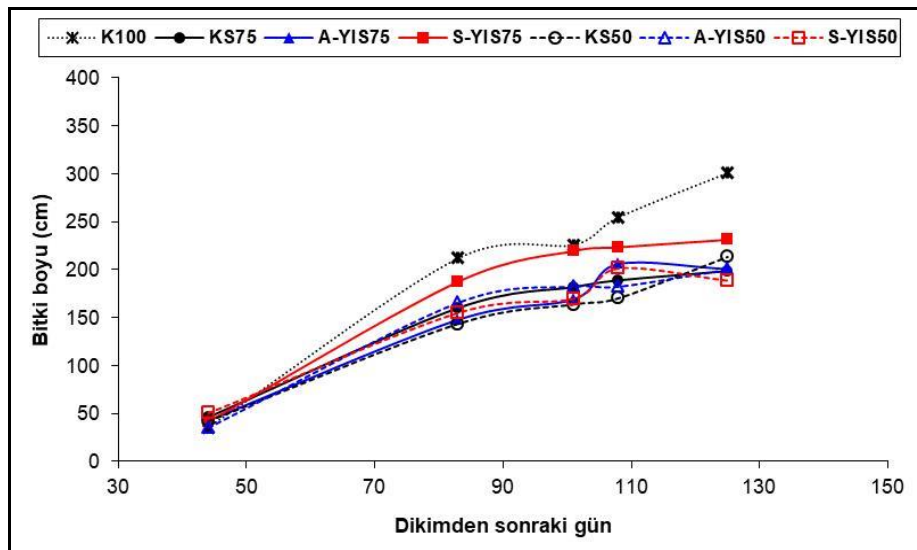
Bitki boyu gelişimi fidelerin seraya dikiminden itibaren yaklaşık 50 gün sonra ele alınan konular altında farklılaşmaya başlamıştır. Beklenildiği gibi en yüksek boy uzunluğu K100 konusunda gerçekleşmiştir (Şekil 6, Şekil 7). Özellikle ikinci yıl, bitki boy gelişimi açısından K100 konusunu S-YIS75 konusu izlemiştir (Şekil 7). Genel olarak KS50, A-

YIS50 ve S-YIS50 konularında da benzer bir eğilimle en düşük boy ölçümleri kaydedilmiştir (Şekil 6, Şekil 7).

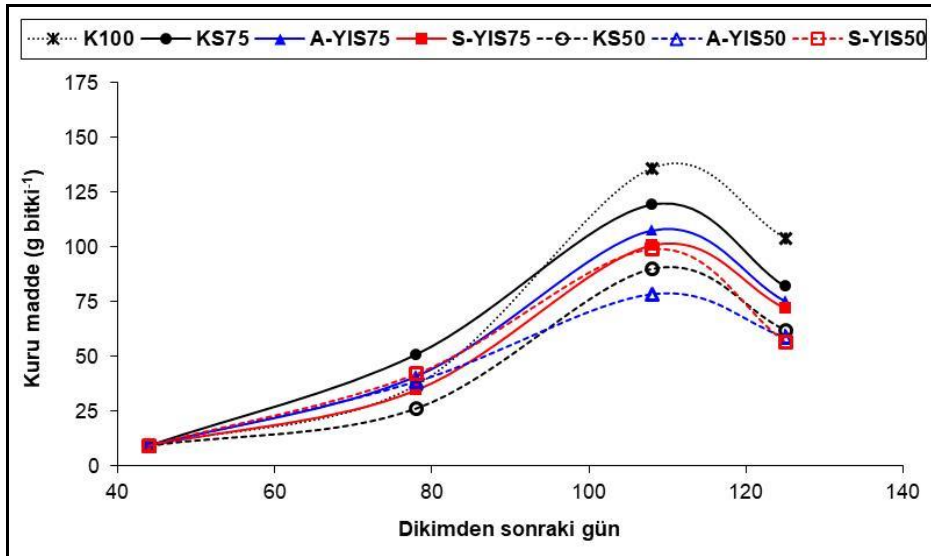
Kuru madde ölçüm değerleri için örnek olarak sadece ikinci yıla ait grafik Şekil 8'de görülebilir. Kuru madde değerlerinde özellikle birinci yıl, genel olarak mevsim içerisinde artış ve azalışlar kaydedilmiştir. Bunun nedeni ise daha iyi bir bitki gelişimi sağlamak için zaman zaman budama vb işlemler yapılmıştır. Bu nedenle kuru madde değerlerinde zaman zaman düşük değerler kaydedilebilmiştir. İkinci yıl ise özellikle mevsim sonuna değin K100 konusundaki kuru madde değeri beklenildiği gibi daha yüksek çıkmıştır. A-YIS50 konusundaki kuru madde değeri daha düşük kalmıştır (Şekil 8).



Şekil 6. Birinci yıl, tüm sulama konuları altında bitki boyunun mevsimsel değişimi.  
Figure 6. First year, seasonal change of plant height under all irrigation treatments.



Şekil 7. İkinci yıl, tüm sulama konuları altında bitki boyunun mevsimsel değişimi.  
Figure 7. Second year, seasonal change of plant height under all irrigation treatments.



Şekil 8. İkinci yıl, tüm sulama konuları altında kuru madde değerlerinin mevsimsel değişimi.  
Figure 8. Second year, seasonal change of dry matter values under all irrigation treatments.

Ele alınan bu araştırmada, sulama suyu miktarındaki kısıntı düzeyinin artmasıyla birlikte geleneksel kısıntı sulama altındaki verim azalışı, YIS uygulamalarına oranla daha yüksek olmuş (Çizelge 3, Şekil 4, Şekil 5) ve Kırdı ve ark. (2004) tarafında yapılan çalışmayla benzerlik göstermiştir. YIS tekniği ile bitki köklerinin bir bölümünün kuru bırakılması sonucu susuzluk stresi meydana gelmekte, stoma açıklıkları kapanmakta ve bunun sonucu bitki su tüketimi azalmaktadır. Böylece, YIS tekniği altında verimde önemli bir azalma olmadan sulama suyundan tasarruf edilebilmektedir. Wilkinson ve Davies (1997), susuzluk stresi altında stoma davranışını gözlemişler ve gözlenen değişikliğin ksilem ile taşınan absisik asit konsantrasyonunun değişmesiyle tetiklendiğini tespit etmişlerdir. Kang ve ark. (2000) tarafından yapılan bir araştırmada, YIS tekniğinin diğer geleneksel sulamalara oranla sulama suyundan daha yüksek miktarlarda tasarruf sağladığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Kang ve ark., (2001) tarafından yürütülen bir başka araştırmada da YIS uygulaması altında geleneksel sulamalara oranla daha yüksek verim ve en iyi su kullanım randımanı elde edilmiştir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmanın tamamına sulama suyu düzeyi ve uygulama biçimindeki farklılık dışında gübreleme, budama, ilaçlama vs. gibi tüm uygulamalar eşit bir şekilde yapılmıştır. Dolayısıyla bitkinin ortaya koyduğu davranış sadece uygulanan sulama suyu düzeyi ve uygulama biçiminden etkilenmiştir. Değişik sulama düzeyi ve uygulama biçimleri altında hıyar bitkisinin davranışını test etmek amacıyla verimin yanı sıra bitki boyu, kuru madde gibi gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre farklı sulama konuları altında

kaydedilen verim değerleri istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Sulama suyunun kısıntı düzeyi arttıkça verimde azalma saptanmıştır.

İyi kaliteye sahip suların az ya da sulama amaçlı kullanılabilir suların yeterli olmadığı durumlarda sulama suyu maliyeti çok önemli olmaktadır. Bu araştırma sonucunda K100 konusundan su miktarı %50 kısıntı yapılan KS50'deki verim azalışı en fazla olmuştur. Buna ilave olarak YIS uygulamaları (A-YIS50 ve S-YIS50) altında verim azalışı KS50'den daha az gerçekleşmiştir. Araştırmada, sulama suyu miktarındaki azalış ile verimdeki düşme oranı aynı olmamıştır. Sulama suyundan tasarruf sağlamaya yönelik araştırmalar özellikle suyun kıt ve pahalı olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde önemini gittikçe artırmaktadır. Bu bağlamda, verimdeki düşüş sulama suyundaki azalma oranından daha küçük kalması YIS konularının bir avantajı olarak görülebilir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmaya desteğinden dolayı Akdeniz Üniversitesi'ne teşekkür eder.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

Anonim 1998. 1997 yılı çalışma raporu. T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı, Tarım İl Müdürlüğü, Antalya, 71ss.

- Anonim 2000. Antalya ili uzun yıllık iklim verileri. Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Antalya.
- Chaffey N 2001. Restricting water supply enhances crop growth. *Trends Plant Sci.* 6(8): 346.
- Davies WJ, Zhang J 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42: 55-76.
- Davies JW, Tardieu F, Trejo CL 1994. How do chemical signals work in plants that grow in drying soil? *Plant Physiol.* 104: 309-314.
- Kaman H, Kirda C, Cetin M, Topcu S 2006. Salt accumulation in the root zones of tomato and cotton irrigated with partial root-drying technique. *Irrigation and Drainage* 55: 533-544.
- Kang S, Liang Z, Hu W, Zhang J 1998. Water use efficiency of controlled alternate irrigation on root-divided maize plants. *Agricultural Water Management* 38: 69-76.
- Kang S, Liang Z, Pan Y, Shi P, Zhang J 2000. Alternate Furrow Irrigation for Maize Production in an Arid Area. *Agricultural Water Management* 45: 267-274.
- Kang S, Zhang L, Hu X, Li Z, Jerie P 2001. An improved water use efficiency for hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. *Sci. Hortic.* 89: 257-267.
- Kirda C, Baytorun N 1999. Fertigation under saline conditions: Irrigation management minimizing soil salinity risk. Ryan, J. (ed.), 2000. *Plant Nutrient Management under Pressurized Irrigation Systems in the Mediterranean Region. Proceedings of the IMPHOS International Fertigation Workshop Organized by the World Phosphate Institute (IMPHOS), 25-27 April 1999, Amman, Jordan.* ICARDA, Aleppo, Syria, pp. 288-296.
- Kirda C, Cetin M, Dasgan Y, Topcu S, Kaman H, Ekici B, Derici MR, Ozguven AI 2004. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 69: 191-201.
- Kirda C, Topcu S, Kaman H, Ulger AC, Yazici A, Cetin M, Derici MR 2005. Grain yield response and N-fertiliser recovery of maize under deficit irrigation. *Field Crops Research* 93: 132-141.
- Sarı M, Aksoy T, Köseoğlu T, Kaplan M, Kılıç Ş, Pılanalı N 1993. Akdeniz Üniversitesi yerleşim alanının detaylı toprak etüdü ve ideal arazi kullanım planlaması. Akdeniz Üniv. Yayınları, Antalya, 145 ss.
- Stoll M, Loveys B, Dry P 2000. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *J. Exp. Bot.* 51(350): 1627-1634.
- Tardieu F, Davies WJ 1992. Stomatal response to abscisic acid is a function of current plant water status. *Plant Physiol.* 92: 540-545.
- Topcu S, Kirda C, Dasgan Y, Kaman H, Cetin M, Yazici A, Bacon MA 2007. Yield response and N-fertiliser recovery of tomato grown under deficit irrigation. *Europ. J. Agronomy* 26: 64-70.
- Wilkinson S, Davies WJ, 1997. Xylem Sap pH Increase: A Drought Signal Received at the Apoplastic Face of the Guard Cell that Involves the Suppression of Saturable Abscisic Acid Uptake by the Epidermal Symplast. *Plant Physiol.* 113: 559-573.
- Zhang J, Schurr U, Davies WJ 1987. Control of stomatal behaviour by abscisic acid which apparently originates in roots. *J. Exp. Bot.* 38: 1174-1181.

## Noise Exposure in Olive Harvest Mechanization

Seçil Coşkun ÖZKUL<sup>1</sup>, Sarp Korkut SÜMER<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Agricultural Machinery and Technologies Engineering, 17020 Çanakkale/Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2859-9935>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7679-6154>

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

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the daily noise exposure levels in olive harvesting and to evaluate its effects on employees' health. The sound pressure levels (dBA) at the ear level of the employees were measured during olive harvest operations performed by hand-held, self-propelled and tractor-driven machines. It was determined that equivalent sound pressure levels and daily personal noise exposure levels at the operator ear level were in the range of 74-88 dBA and 66-82 dBA, respectively. These values for other employees ranged from 71 to 81 dBA and 65 to 75 dBA. It was determined that the hand-held and tractor driven machines driven by internal combustion engines had higher noise parameters compared to other machines, and the lower exposure action value was exceeded in these machines. The study showed that the health and work efficiency of the employees could be adversely affected, due to prolonged exposure during olive harvest activities.

### Research Article

#### Article History

Received : 17.07.2020

Accepted : 30.05.2021

#### Keywords

Olive harvest machinery

Sound pressure level

Employees

Ergonomics

## Zeytin Hasadı Mekanizasyonunda Gürültü Maruziyeti

### ÖZET

Bu çalışmada makinalı zeytin hasadı faaliyetlerinde günlük kişisel gürültü maruziyet seviyelerinin belirlenmesi ve çalışanların sağlığı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. El tipi, kendi yürür ve traktör tahrikli makinelerle yapılan zeytin hasatlarında çalışanların kulak seviyesindeki ses basıncı seviyeleri (dBA) ölçülmüştür. Operatör kulak seviyesinde eşdeğer ses basıncı düzeylerinin ve günlük kişisel gürültü maruziyet seviyelerinin sırasıyla 74-88 dBA ve 66-82 dBA aralığında olduğu belirlenmiştir. Diğer çalışanlar için bu değerler 71 ila 81 dBA ve 65 ila 75 dBA arasında değişmiştir. Termik motor tahrikli el tipi ve traktör tahrikli makinelerin diğer makinelere göre daha yüksek gürültü parametrelerine sahip olduğu ve bu makinelerde en düşük maruziyet eylem değerinin aşıldığı belirlenmiştir. Makinalı zeytin hasadı faaliyetlerinde, maruz kalınan gürültü seviyelerinin insan sağlığına fiziksel, fizyolojik ve psikolojik yönden olumsuz etkilerinin olabileceği ve çalışma performansını olumsuz etkileyebileceği sonucuna varılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 17.07.2020

Kabul Tarihi : 30.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

Zeytin hasat makineleri

Ses basınç düzeyi

Çalışanlar

Ergonomi

**To Cite:** Özkul SC, Sümer SK 2022. Noise Exposure in Olive Harvest Mechanization. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 348-356. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.770711.

## INTRODUCTION

Harvesting activities covering 70% of the production process constitute the last and most important part of olive cultivation (Saraçoğlu, 2001). The harvest period (October-February) and possible adverse weather conditions cause problems in finding workers, increasing labor cost, and hand harvesting constitutes and decreasing working efficiency (Saraçoğlu, 2001; Çiçek et al., 2012). In parallel with the technological

advances, there have been important developments in olive harvest mechanization, and in recent years, traditional vehicles have been replaced by hand-held, tractor driven and self-propelled machines. Tree form and land structure are two important criteria in choosing these machines.

Since most olive orchards were established in slopy lands in most countries, hand-held machines were preferred in olive harvesting in the past, but recently,



the use of tractor driven and self-propelled machines has become widespread due to the higher work capacities. While these technologies and innovations provide important advantages such as saving time and decreasing the dependence on labor, they can also have some undesirable effects on employees (Sola-Guirado et al., 2014; Bernardi et al., 2018). Particularly, machine operators and the other employees work under various hazards and risks in terms of occupational health and safety. Noise is one of the most widely and frequently experienced problems of the man-machine systems (Çiçek et al., 2015; Stangl et al., 1973; Sabancı and Sümer, 2015). The effects of noise in agricultural activities have attracted the attention of many researchers, and studies have focused on tractors, known as a common source of farm noise. It has been determined that tractors produce dangerous levels (range from 75-106 dBA,  $L_{eq}$ ) of noise under various working conditions (Matthews, 1968; Sullivan et al., 1980; Meyer et al., 1993; Aybek et al., 2010; Bilski, 2013; Sümer et al., 2016). Various studies have also been carried out to determine the noise levels (range from 56-90 dBA,  $L_{eq}$ ) caused by various self-propelled and hand-held machines. The examples include wine and cereal growing (Franzinelli et al., 1988), hand-held olive harvesters (Saraçoğlu, 2001), motor scythes (Çakmak and Alayunt, 2009; Çakmak et al., 2011), combine harvesters (Sümer et al., 2006; Jahanbakhshi et al.,

2016), grain dryers (Reinvee et al., 2013), hazelnut harvester (Sauk and Beyhan, 2016), and grass cutting machine (Calvo et al., 2016).

There are two studies on noise formation in olive harvest, and only hand-held electric machines (hook and flap types) were examined in the previous studies (Saraçoğlu, 2001; Çakmak et al., 2011). No study has been found on the noise level and effects of internal combustion engine driven machines, widely used in olive harvesting. The objective of this study was to determine the daily noise exposure levels of some machine types widely used in olive harvesting and to evaluate their effects on employees' health. For this purpose, sound pressure level (SPL) measurements were conducted during the olive harvests performed by hand-held, self-propelled, and tractor-driven machines, and the results were evaluated by considering the relevant regulations and various research results.

### MATERIAL and METHOD

The study was conducted in the Marmara and Aegean Region of Turkey. The machines were selected in a variety to represent all the machines used in olive harvest and had different technical characteristics and different working principles according to the topography and tree form: hand-held types, self-propelled and tractor-driven (Figure 1).



Figure 1. Images of olive harvesting machines used in the research. a) hook, b) flap, c) self-propelled trunk shaker, d) and e) tractor driven trunk shaker, f) tractor driven rotated flap, g) the other employee, h) operator

Şekil 1. Araştırmada kullanılan zeytin hasat makinalarına ait görseller a) dal sarsıcı, b) tarak, c) kendi yürür gövde sarsıcı, d) ve e) traktör tahrikli gövde sarsıcı, f) traktör tahrikli döner tarak, g) diğer çalışan, h) operatör

Hand-held type olive harvesters: the hand-held olive harvesters pick up the fruits by means of impacts produced by vibrational tools driven by small two-cycle engines or electric motors (Saraçoğlu, 2001). Two different types of hand-held machines were selected, which are commonly used in the semi-mechanized olive harvesting: *Hook type (branch shaker)* dropping the olives by shaking the branches,

*Flap type (comb)* dropping the olives by combing and flapping the thin branches. SPL measurements were made on four hook type machines, and four flap type machines. In addition, measurements were also conducted for olive harvesting, where two machines are used together (Figure 1; Table 1).

Table 1. The technical characteristics of hand-held type olive harvesters

*Çizelge 1. El tipi zeytin hasat makinalarına ait Teknik özellikler*

Machine	Brand - Model	Year
Flap 1 (F1)*	Benza - BO12, (500 watt)	2017
Flap 2 (F2)	Olivgreen - Pro 500, (250 watt)	2018
Flap 3 (F3)	Zanon, (600 watt)	2016
Flap 4 (F4)	Benza - BO12, (500 watt)	2018
Hook 1 (H1)	Stihl - SP 481, (2,20 kW)	2018
Hook 2 (H2)*	Cifarelli - SC 800, (3,60 kW)	2017
Hook 3 (H3)	Stihl - SP 481, (2,20 kW)	2018
Hook 4 (H4)	Cifarelli - SC 800, (3,60 kW)	2017

\*The machines used simultaneously together for harvesting

Self-propelled olive harvester: these machines, driven by internal combustion engines, perform the harvesting by shaking the tree completely from the trunk or main branches (Deboli et al., 2014). The self-propelled trunk shaker (SPS) olive harvester had an operator cabin, but there was no door at the operator entrance of the cabin and operator worked with the front, back and right sides closed (Table 2; Figure 1).

Tractor driven olive harvesters: The study continued the sound pressure levels measurements of three tractor-driven olive harvesters, two of which are

Table 3. The technical characteristics of tractor driven harvesters and tractors

*Çizelge 3. Traktör tahrikli zeytin hasat makinalarına ait teknik özellikler*

Type	Brand	Technical features
Front-linkage shaker (FTDS)	Agromelca Z20	Turbo vibration system Hydrostatic PTO driven: 540 rpm Year: 2017
	Tractor New Holland 110-90	with cab 81 kW Year: 1998
Rear-linkage Trunk shaker (RTDS)	Tornado Spedo	Turbo vibration system Hydrostatic PTO driven: 540 rpm Year: 2018
	Tractor Same Explorer 95 T8	without cab 70 kW Year: 2016
Rotary comb (RC)	Viviani Z20	Hydrostatic PTO driven: 540 rpm Year: 2007
	Tractor Same Dorado 55	without cab 38.5 kW Year: 2016

It was observed that operators preferred to work with the door open during the harvesting operations with the front-mounted trunk shaker. Therefore, measurements were made separately while the door was closed and open. In this machine, the operator uses both the tractor and the harvester. As for the

trunk shaker and the third one with a rotary comb. *Tractor driven trunk shaker (TDS)*: these machines, driven by tractors, perform the harvesting by shaking the tree completely from the trunk or main branches (Table 3). *Rotary comb (RC)*: while the shaker olive harvester falls out the olives by means of impacts or branches shaking, this machine combs the branches instead of hitting them (Deboli et al., 2014).

Table 2. The technical characteristics of self-propelled olive harvesters (SPS)

*Çizelge 2. Kendi yürür zeytin hasat makinalarına ait teknik özellikler*

Brand, Model	Sicma, speedy
Fuel	Diesel
Engine power	Iveco FTP 66,5 kW/4 cylinders
Controls	Joystick and steering wheel
Transmission	Hydrostatic
Diameter	6000-8000 mm
Height, Length	1860 mm, 5990 mm
Width, Weight	2200 mm, 3950 kg
Year	2018

rear-linked machine, the harvesting operations were carried out by two operators (for harvester and tractor). The olive harvester operator directed the machine with a remote control about 10 m from the tractor and the harvester. Thus, measurements were made for both operators.

### Measurement Procedure

All factors (work, production, process, organization, employees, working time) that can contribute to noise exposure were analyzed (OSHA, 1998), and it was determined that the task-based strategy was suitable for the study. According to the task-based measurement strategy, all tasks performed by the employees within a working day were defined, the working time of each task was determined precisely, and sound pressure level measurements were made for each task separately.

In the measurements, an SPL meter in Type-2 class (TESTO 816-1) complying with the requirements of IEC 61672-1: 2002 (IEC, 2002) was used. Calibration of sound level meter was performed by using Testo Schall IEC 60942 Class 2 calibrator complying with the of IEC 61672-1: 2002 (IEC, 2002), which defines the SPL as 94 and 114 dBA. A MASTECH brand MS6252B model wind meter was used to determine the wind speed. The measurements of A-weighted SPL (dBA) for all sub-tasks of the machine operators and other employees picking up olives were conducted for about 5 min with three replications. In all measurements, the microphone was located 20 cm to the right side of the center plane of the operator's head, in line with the eyes, with its axis parallel to the operator's line of vision (ISO, 2009). Besides, sound pressure levels of harvesters were measured at both idling and full loading conditions.

Equivalent SPL ( $L_{eq}$ ) values were calculated by using the obtained SPLs dBA. Durations ( $T_m$ ) for each task were determined by observing employees' occupational activities and interviewing them.

Equation (1) was used to calculate the relative contribution of each task to the daily personal noise exposure levels of operators and other employees according to the task-based measurement strategy specified in the EN ISO 9612 standard (ISO, 2009), using the  $L_{eq}$  values and effective duration of each task in the working day. Each activity, in which the machine is active or passive, was defined as a task such as lunch, maintenance, pick-up, refueling. The  $L_{eq}$  values determined in the tasks when the machines were passive varied between 58-62 dBA.

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,AeqT,m} + 10 \lg \left[ \frac{\bar{T}_m}{T_0} \right] \quad (1)$$

where;

$L_{EX,8h,m}$ :  $L_{eq}$  for task m contributing to the daily noise exposure level, dB(A)

$\bar{T}_m$ : effective duration of the working day for task m, h

$T_0$ : reference duration, 8 h

m: task number

Daily personal noise exposure levels were calculated with Equation (2).

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[ \sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m}} \right] \quad (2)$$

$L_{EX,8h}$ : daily noise exposure level normalized to nominal 8 h working day, dBA

M: total number of tasks

In the study, considering the noise parameters, the possible effects of daily noise exposure values on operators were evaluated and discussed by considering various research results and Directive 2003/10/EC (Directive, 2003) of the European Parliament and of the Council (minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents).

### RESULTS and DISCUSSION

According to the data obtained, the operators of olive harvesters and tractors were exposed to higher noise parameters compared to the other workers during olive harvesting, as expected. The  $L_{eq}$  value determined in the operator ear level for all machines ranged from 74 to 88 dBA. The  $L_{EX}$  values of the operators were between 66-82 dBA, while the  $L_{max}$  values ranged between 85-109 dBA. For other workers, the ranges of  $L_{eq}$ ,  $L_{EX}$  and  $L_{max}$  parameters were found to be 71-81, 65-75 and 79-99 dBA, respectively (Table 4; Figure 2).

The lowest  $L_{eq}$  value (74 dBA) was determined for the harvester operator of RTDS and the highest  $L_{eq}$  value (88 dBA) was determined for the H2+F1 operator among all the evaluated machines (harvesters and tractors). The use of remote control (5-10 m distance) in olive harvest carried out with RTDS was an important factor in the reduction of noise parameters determined for the harvester operators. As for  $L_{EX}$  values, the lowest value (66 dBA) was found in FTDS (door closed), the highest value (82 dBA) in H2+F1 combination. The closed-door position in the FTDS harvester provided approximately 4.5 dBA lower  $L_{eq}$  and  $L_{EX}$  values compared to the door open position.

$L_{eq}$  values and  $L_{EX}$  values measured at the ear level of operators of hook type machines were found to be higher than those of other larger and higher power machines. The reasons for this result are that the hook type is a hand-held machine driven by a two-cycle engine with insufficient exhaust muffler and therefore the operator works very close to the noise source. The lowest (85 dBA) and the highest (109 dBA)  $L_{max}$  values were measured for operators of T2 flap type and D4 hook type machines, respectively.

The other employees, in olive harvesting activities, carry out olive picking up and loading into the crates, approximately 5-10 m away from the machines. In these activities, the lowest  $L_{eq}$ ,  $L_{EX}$  and  $L_{max}$  values were determined for the T2 harvester as 71, 65 and 79 dBA respectively, while the highest  $L_{eq}$ ,  $L_{EX}$  and  $L_{max}$  values were determined for the SPS harvester



with 81, 75 and 99 dBA. The fact that a flap type machine was electrically driven caused lower noise parameters, while the highest parameters determined for SPS harvester could be explained with working at closer distances to the noise source (3-6 m) compared to those carried out with other harvesters. (Table 4; Figure 2; Figure 3).

Considering the load and idle position of all machines,

it was determined that the highest difference for the two conditions occurred in hook types and the lowest difference was in flap types. Average difference was 22.4 dBA for hooks and 4.9 dBA for flaps. The differences of drive mechanisms of the machines (electric and two-cycle engine) can be shown as the reason for this result (Table 5; Figure 4).

Table 4.  $L_{eq}$ ,  $L_{max}$  and  $L_{EX}$  values of olive harvesters

Çizelge 4. Zeytin hasat makineleri için belirlenen  $L_{eq}$ ,  $L_{max}$  and  $L_{EX}$  değerleri

Harvester	Noise parameters, dBA							
	Operator			The other employees			Working mode	
	$L_{eq}$	$L_{max}$	$L_{EX}$	$L_{eq}$	$L_{max}$	$L_{EX}$	$L_{eq}$ Loading	Idling
F1	76.30±0.77	87.33±3.94	69.93±0.76	70.84±1.01	81.63±1.96	64.54±1.43	78.93±0.31	74.38±0.31
F2	78.99±0.31	84.73±0.67	72.99±0.30	70.37±1.47	78.97±4.30	64.51±1.54	80.76±0.37	76.89±0.28
F3	79.67±0.44	88.33±0.32	73.66±0.43	71.60±1.55	80.77±5.88	65.66±1.68	83.10±0.26	76.02±0.84
F4	76.95±0.46	89.17±4.93	70.95±0.45	71.37±1.30	82.17±1.62	65.43±1.27	79.44±0.87	75.23±0.21
H1	85.52±0.61	107.40±0.70	77.75±0.60	74.25±1.21	82.93±3.92	66.65±1.20	96.69±1.61	76.24±0.84
H2	85.88±1.34	105.10±1.04	78.11±1.33	74.78±0.88	83.07±2.23	67.14±0.87	98.35±1.36	74.37±0.58
H3	83.31±0.95	103.70±0.58	75.55±0.94	73.21±1.71	88.20±3.63	65.68±1.70	98.41±0.77	73.10±0.13
H4	86.34±1.06	108.53±0.95	79.95±1.05	75.35±0.90	90.00±0.10	69.00±0.89	97.59±0.63	77.76±0.61
H2*+F1	87.53±1.38	106.33±1.34	81.51±1.37	76.37±1.94	93.40±2.97	70.37±1.93	97.24±1.01	75.33±0.92
F1*+H2	80.19±1.79	96.20±2.78	74.18±1.78	76.37±1.94	93.40±2.97	70.37±1.93	96.25±0.91	76.17±0.81
SPS	83.72±0.76	101.67±2.37	77.91±0.75	80.87±1.42	99.17±1.06	74.86±1.41	88.05±1.30	79.76±0.23
FTDS(C <sup>1</sup> )	73.84±0.38	87.63±1.50	65.55±0.37	75.71±1.60	91.37±0.12	67.40±1.59	76.69±0.76	71.04±0.25
FTDS(O <sup>2</sup> )	77.40±0.45	91.50±0.26	69.07±0.44	75.71±1.60	91.37±0.12	67.40±1.59	80.80±1.22	73.81±0.28
RTDS(HO <sup>3</sup> )	73.72±1.92	95.73±1.08	68.41±1.91	72.85±1.59	88.60±4.31	67.55±1.58	76.95±0.85	66.85±1.93
RTDS(TO <sup>4</sup> )	81.07±1.22	91.80±1.37	70.54±1.21	72.85±1.59	88.60±4.31	67.55±1.58	76.95±0.85	66.85±1.93
RC	82.93±0.91	90.77±2.46	76.06±0.90	78.92±0.53	88.27±3.21	72.54±0.52	84.36±0.85	81.04±1.16

<sup>1</sup>Door open, <sup>2</sup>Door closed, <sup>3</sup>Harvester operator, <sup>4</sup>Tractor operator. \*Measurement at the ear level of the operator H2 and F1 with both machines running.

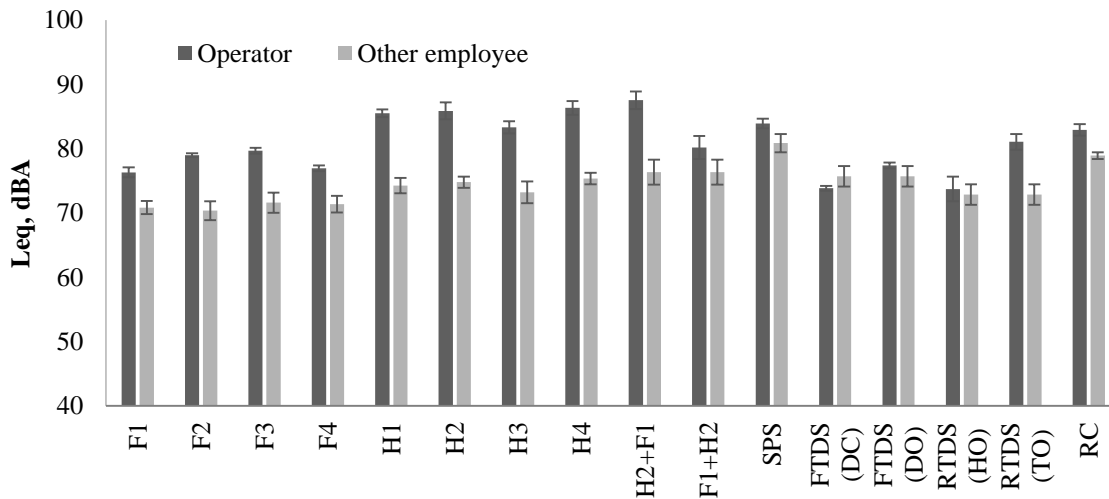


Figure 2.  $L_{eq}$  values of operators and other employees for all machines tested in the study  
Şekil 2. Tüm hasat faaliyetlerinde operatörler ve diğer çalışanlar için  $L_{eq}$  değerleri



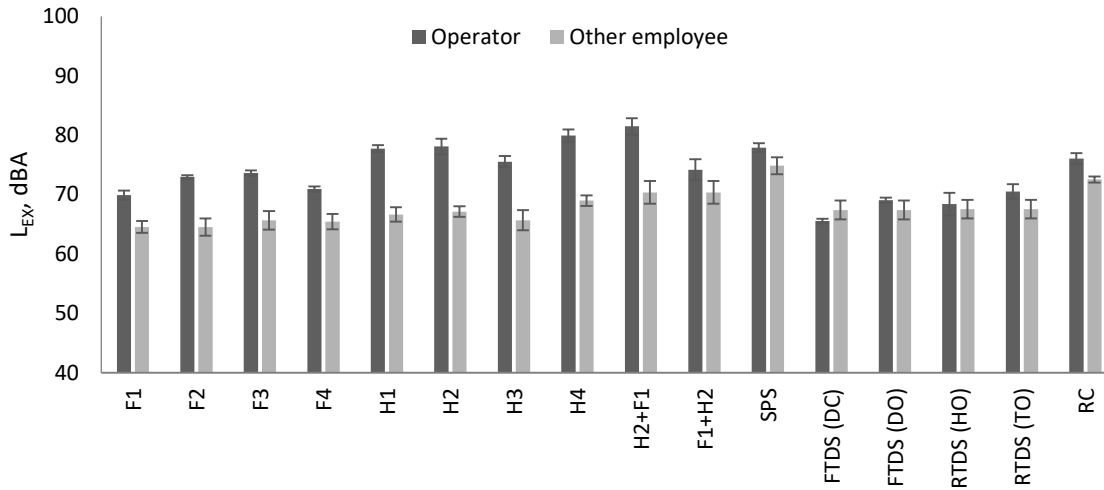


Figure 3.  $L_{EX}$  values of operators and other employees for all machines tested in the study  
 Şekil 3. Tüm hasat faaliyetlerinde operatörler ve diğer çalışanlar için  $L_{EX}$  değerleri

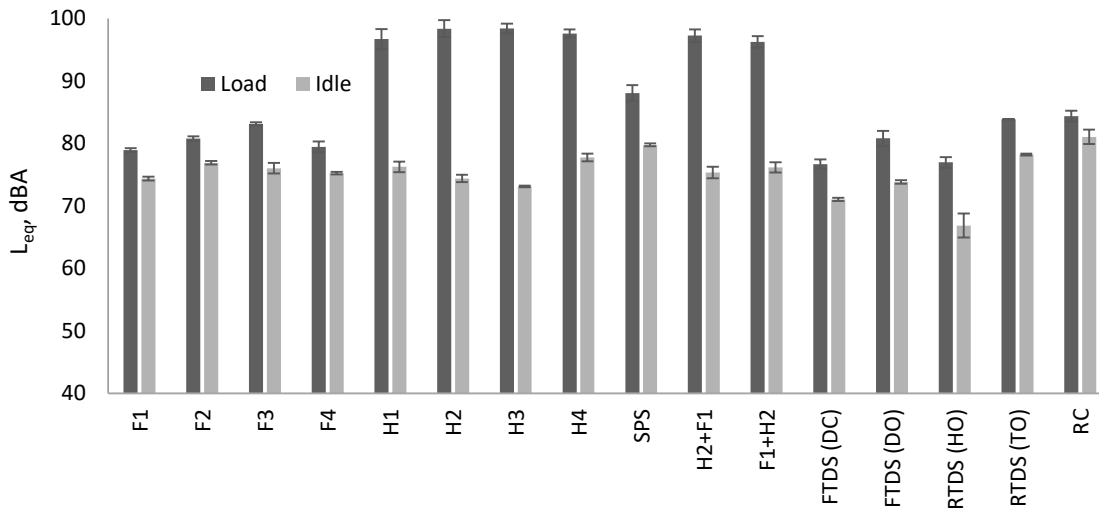


Figure 4.  $L_{eq}$  values in the load and idle positions of all machines tested in the study  
 Şekil 4. Makinaların yük ve rolanti pozisyonları için  $L_{eq}$  değerleri

When the number of employees and working durations in the harvesting activities are examined, it is seen that two operators worked as the machine and tractor operator in RTDS harvester, and only one operator worked in all other harvesters. As for other employees, while there have generally been fewer employees in small olive orchards with fewer trees, harvesting was carried out with more employees in large enterprises (Table 5).

The olive harvesting activities have differed in terms of daily, active, and passive working hours. Machine performance and the number of other employees accompanying the operator could be considered as influencing factors on these durations. For example, the hook type harvester with higher performance had lower active hours compared to the flap type. Active durations for all employees and the duration of breaks, such as lunches and the others, had an

impact on the employees' daily personal noise exposure levels. The increase in the share of passive time in daily working hours had a remarkable effect on the decrease of  $L_{EX}$  values.

When the literature is examined, it is possible to come across many studies in which the effects of personal noise exposure are evaluated only by determining  $L_{eq}$  and  $L_{max}$  values. In order to assess whether the employees work in accordance with the noise regulations, it is necessary to determine the  $L_{EX}$  value, which also takes into account working times. Although the 8-hour shift is standard in many workplaces, farmers are known to work longer or shorter hours for a given task. Some researchers stated that depending on the type of farm and time of year farmers can work up to 11-15 hours per day (Solecki, 2000; Winters et al., 2005).

Table 5. The number of employees and working durations  
*Çizelge 5. Hasat faaliyetleri için çalışan sayıları ile çalışma süreleri*

Harvester	The number of Operators +other	Working duration h/day	Working duration distribution, h/day					
			Operator			Other employees		
			Active*	Passive*	Breaks	Active*	Passive*	Breaks
F1	1+10	7.0	5.5	0.5	1.0	6.0	1.0	1.0
F2	1+2	8.5	6.0	2.0	0.5	6.0	2.0	0.5
F3	1+6	7,5	6.0	1.0	0.5	6.0	1.0	0.5
F4	1+10	7.5	6.0	1.0	0.5	6.0	1.0	0.5
H1	1+14	8.5	4.0	3.5	1.0	4.0	3.5	1.0
H2	1+3	8.0	4.0	3.0	1.0	4.0	3.0	1.0
H3	1+1	9.0	4.0	4.0	1.0	4.0	4.0	1.0
H4	1+10	7.5	5.5	1.0	1.0	5.5	1.0	1.0
H+F	1+5+10	7.5	6.0	1.0	0.5	6.0	1.0	0.5
SPS	1+10	8.0	6.0	1.0	1.0	6.0	1.0	1.0
FTDS	1+1	5.0	3.5	1.0	0.5	3.5	1.0	0.5
RTDS(HO)	1+10	8.5	5.0	2.0	1.5	5.0	2.0	1.5
RTDS(TO)	1+10	8.5	2.0	5.0	1.5	5.0	2.0	1.5
RC	1+15	7.5	5.5	1.0	1.0	5.5	1.0	1.0

\*Working duration under conditions that the harvester is active or passive

In the present study, it was determined that the  $L_{max}$  value increased up to 109 dBA and the  $L_{eq}$  value reached 88 dBA. However, a more effective parameter for evaluating the effect of noise on the employee, the highest  $L_{EX}$  value was 82 dBA. Currently, regulations are focused on hearing loss, which is a physical effect, when controlling occupational noise, and this limit varies between 85-90 dBA across countries. This effect has been emphasized in the majority of scientific studies conducted, moreover it has also been reported that sound pressure levels below the limit values specified in the regulations may cause hearing loss. In the EU noise regulation (Directive 2003), there are two main action levels that guide these steps: lower exposure action value and upper exposure action value. The lower one is a daily average noise exposure level of 80 dBA, at which the employer has to provide information and training and make hearing protection available. The upper one is set at a daily average noise exposure of 85 dBA, above which the employer is required to take reasonably practicable measures to reduce noise exposure, such as engineering controls or other technical measures. The use of personal protective equipment (PPE) is also mandatory if the noise cannot be controlled by these measures (Directive, 2003). In the hearing loss classification of WHO (World Health Organization), it was reported that prolonged exposure at 41-60 dBA intervals causes hearing loss, and 61-80 dBA intervals can cause severe hearing loss. Although the results of present study were mostly below the action values, according to WHO's classification, they showed that olive harvesting employees work under risk of hearing loss (WHO, 1991).

Many acoustic studies report that the noise will

continue to adversely affect human health not only physically, but also in a physiological and psychological context, unless necessary precautions are taken. Ragni et al. (1999) reported that noise exposures between 66-85 dBA cause physical and autonomic nervous system disorders. Serin and Akay (2008) stated that noise exposures in the range of 66-85 dBA have disturbing psychological effects in addition to hearing loss. Noise exposure was also identified as a risk factor for cardiovascular disease (Basner et al., 2014). Several acoustic studies report that these effects of noise negatively affect cognition, decision-making, learning, calculation, and hand-eye coordination of employees, and thus have an effect on reducing work efficiency (Sabancı and Sümer, 2015; Thatcher and Yeow, 2018).

Considering the literature review regarding the effects of noise on employees, it was concluded that noise exposures ( $L_{EX}$ ) determined for 12 olive harvesters of three types in olive harvesting may have not only physical effects but also physiological and psychological effects on the health of employees. These effects may also reduce the work efficiency of the operator and other employees. Therefore, the noise control measures are of great importance in olive harvesting to protect the health of employees. According to EU regulation, employers are required to take certain steps to reduce the harmful effects of noise on hearing. According to the results of the present study, operators and other employees work at noisy conditions below the upper exposure action value in all olive harvest operations examined while the lower exposure action value was exceeded only in "hook+flap" (82 dBA,  $L_{EX}$ ) application. These results should not mean that there is no need to take

measures against noise. Considering the literature review on the effects of noise, olive harvest lasting about 5 months (average 8 hours daily duration), should be considered an activity that affects the health and work efficiency of the employees.

Measures to be taken to reduce the noise affecting employees in olive harvest may vary depending on the machine type. Engineering noise controls, very common in the agricultural setting, can be an effective application for tractor-driven and self-propelled machines. Retrofitting the cabs of self-propelled and tractor-driven olive harvesters with enclosure is the priority choice in reducing noise exposure. The window and door of the cab must be completely closed during harvesting. As for hand-held type machines, where it is not possible to apply engineering control, it seems that the operators should use PPEs for protection against noise. Çakmak et al. (2011) determined the noise levels in flap-type olive harvesters (56-73 dBA,  $L_{eq}$ ) while Saraçoğlu et al. (2011) determined the noise levels in the hook-type harvesting machines (56-73 dBA,  $L_{eq}$ ), and in both studies, using the PPEs were recommended to protect the operators.

Using PPE for other employees in all olive harvests would be the best way to protect them from noise, but the effectiveness of these devices for preventing noise-induced hearing loss depends on the consistent use of the PPEs. Therefore, the operators and other employees should be encouraged to use PPE and increased their awareness through trainings. In the present study, besides the noise, it was observed that the precautions taken for employees' health and safety are almost nonexistent. In addition, the awareness of employees regarding occupational health and safety is quite low and they are uneducated in this regard. So, the work is done by the operators with very low risk perception.

## CONCLUSION

It was concluded that the health and work efficiency of the operators and other employees were adversely affected in olive harvesting mechanization. The duration and conditions of the breaks in the daily activities of the employees had an impact on the LEX values. The operators of the olive harvest machine with thermic engine face higher risks of noise than those working on the other machines due to higher exposure levels. The directives on noise control state that accurate and adequate noise control measures must be effectively taken. However, it was observed that no measures were taken in the olive harvest activities evaluated in this study. Therefore, it is likely that hearing loss will occur in employees. Moreover, physiological and psychological effects may cause serious disturbances. Along with the effects of noise on human health, effects such as preventing

speech and masking warning signals will not only decrease the work efficiency of employees but also increase the risk of accidents. Control methods to be applied in order to reduce the noise affecting employees in olive harvest should be selected and applied in accordance with the type of machine used.

## ACKNOWLEDGMENT

This paper was produced from the project supported by The Scientific Research Projects Coordination Unit (Project no: FYL-2018-2717) of Canakkale Onsekiz Mart University. The authors also wish to thank to Ahmet Çelik who helped us in the fieldwork and to Prof. Dr. Cem Ömer Egesel for his valuable discussions and critical reading of this manuscript.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Aybek A, Kamer HA, Arslan S 2010. Personal noise exposures of operators of agricultural tractors. *J Appl Ergonomics*, 41(2):274-281.
- Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C 2014. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*, 1325-1332.
- Bernardi B, Falcone G, Stillitano T, Benalia S, Strano A, Bacenetti J, De Lucca AI 2018. Harvesting system sustainability in Mediterranean olive cultivation. *Science of The Total Environment*, 625:1446-1458.
- Bilski B 2013. Exposure to audible and infrasonic noise by modern agricultural tractors operators. *J Appl Ergonomics*, 44:210-214.
- Çakmak B, Alayunt FN 2009. Vibration and noise characteristics of two different types of trimmers. *Journal of Agricultural Machinery Science*, 5(2):167-173.
- Çakmak B, Saraçoğlu T, Alayunt F, Özarslan C 2011. Vibration and noise characteristics of flap type olive harvesters. *J Appl Ergonomics*, 42:397-402.
- Calvo A, Debolı R, Preti C 2016. Operators' exposure to noise and vibration in the grass cut tasks: comparison between private and public yards. *Agric Eng Int: CIGR Journal*, 18(1):213-225.
- Çiçek G, Sümer SK, Çay A 2015. Determination of the number of trees to be harvested by shaking olive harvesting machine by the equivalent cost analysis method. In: the 29th National Agricultural Mechanization and Energy Congress. Conference proceedings, 348-352.
- Debolı R, Calvo A, Gambella F, Preti C, Dau R, Casu EC 2014. Hand arm vibration generated by a rotary pick-up for table olives harvesting. *Agric*

- Eng Int: CIGR Journal, 16(1):228-235.
- Directive 2003/10/EC, 2003. of the European parliament and of the council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise). Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32003L0010>
- Franzinelli A, Maiorano M, De BC, Masini M 1988. Annual dose of noise absorbed by machine drivers in wine and cereal growing. *G Ital Med Lav.*, 10(3):131-134.
- IEC 61672-1:2002. The international electrotechnical commission, Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications.
- ISO 9612 EN 2009. Acoustics - Determination of occupational noise exposure - Engineering method. Available from: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9612:ed2:v1:en>
- Jahanbakhshi A, Ghamari B, Heidarbeigi K 2016. Effect of engine rotation speed and gear ratio on the acoustic emission of John Deere 1055I combine harvester. *Agric Eng Int: CIGR J.*, 18(3):106-112.
- Matthews J 1968. Measurements of environmental noise in agriculture. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 13(2):157-170.
- Meyer RE, Schwab CV, Bern CJ 1993. Tractor noise exposure for bean bar riders. *Trans ASAE*, 36(4):1049-1056. Available from: <https://doi.org/10.13031/2013.28433>
- OSHA 1998. Occupational safety and health administration. Regulations (Standards–29 CFR) Occupational noise exposure. 1998(1910.95). Available from: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.95>.
- Ragni L, Vassalini G, Xu F, Zhang LB 1999. Vibration and noise of small implements for soil tillage. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75:403-409.
- Reinvee M, Luik M, Kliimak P 2013. Noise emission from grain dryers and potential noise pollution. *Agronomy Research*, 11(2):457-462.
- Sabancı A, Sümer SK 2015. Ergonomics (in Turkish). Nobel Academic Publishing, Ankara. Second edition, 472.
- Saraçoğlu T, Çakmak B, Özarslan C, Alayunt FN 2011. Vibration and noise characteristics of hook type olive harvesters. *African Journal of Biotechnology*, 10(41):8074-8081.
- Saraçoğlu T 2001. The determination of some handy type olive harvest machines performances (in Turkish). Uni. of Adnan Menderes. MSc. Thesis.
- Sauk H, Beyhan M 2016. Determination of noise level during hazelnut harvesting with the pneumatic hazelnut harvester. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science (IJAWS)*, 2(1): 23-27.
- Serin H, Akay AE 2008. Analysis of noise level resulting from logging. In: The 14th National Ergonomics Congress. Conference proceedings, 412-418.
- Sola-Guirado RR, Castro-Garcia S, Blanco-Roldan GL, Jimenez-Jimenez F, Castillo-Ruiz FJ, Gil-Ribes JA 2014. Traditional olive tree response to oil olive harvesting Technologies. *Biosystems Engineering*, 118:186-193.
- Solecki L 2000. Duration of exposure to noise among farmers as an important factor of occupational risk. *Ann Agric Environ Med.*, 7(2):89-93.
- Stangl GA, Porterfield JG, Lowery RL 1973. Tractor exhaust noise evaluation technique. *Transact. ASAE*, 16(4): 601-605.
- Sullivan NW, Schnieder RD, Von Bargaen K 1980. Annual noise exposure patterns of agricultural employees. Chicago, IL, USA, ASAE, St. Joseph, Mich, USA.
- Sümer SK, Çiçek G, Say SM 2016. Determination of the potential of olive oil production residues and investigation of possibilities for utilization in Çanakkale. *J Agri Mach Sci.*, 12:103-111.
- Sümer SK, Say SM, Ege F, Sabancı A 2006. Noise exposed of the operators of combine harvesters with and without a cab. *J Appl Ergonomics*, 37:749-756.
- Thatcher A, Yeow PHP 2018. Ergonomics and human factors for a sustainable future, current research, and future possibilities. Part of Springer Nature, (eBook).
- WHO, 1991. Report of the informal working group on prevention of deafness and hearing impairment programme planning, Geneva, 18-21 June 1991. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/58839?mode=full>
- Winters M, MacIntyre E, Peters C, Thom J, Teschke K, Davies H 2005. Noise and hearing loss in farming. *Farm and Ranch Safety and Health Association*, Available from: <https://doi.org/10.14288/1.0048187>



## Geleneksel Yöntem ve Direkt Fermantasyon ile Üretilen Maraş Tarhanalarında Biyoaktif Peptitlerin Belirlenmesi

Doğanay YÜKSEL<sup>1</sup>, Ahmet Levent İNANÇ<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Avşar Yerleşkesi Onikişubat / Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1926-5573>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-7363-5096>

✉: [linanc@edu.tr](mailto:linanc@edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada geleneksel yöntem ve direkt fermantasyon yöntemi olmak üzere iki farklı teknikle üretilen Maraş tarhanaları ve tarhanaların ana bileşenlerinin (yoğurt ve dövme) pepsin-tripsin hidrolizatlarında bulunan 3kDa altındaki kısa zincirli “biyoaktif peptitler” araştırılmıştır. Q-TOF LC/MS cihazından alınan MS verileri PEAKS Studio (versiyon 8.5) programında değerlendirilmiş ve tespit edilen peptitlerin BIOPEP veri setinde fizyolojik aktiviteleri araştırılmıştır. RP-HPLC’de tarhana örneklerinin peptit profilleri kıyaslanmıştır. Geleneksel tarhana hidrolizatlarında 3 kDa altında 34 tane, direkt fermente tarhana hidrolizatlarında ise 50 tane peptit tespit edilmiştir. Bunların 8 tanesi ACE inhibitör peptit, 3 tanesi antioksidan peptit, 1 tanesi antibakteriyal peptit, 4 tanesi DPP IV inhibitör peptit ve 1 tanesi renin inhibitör peptit olarak BIOPEP veri setinde tanımlıdır. Yoğurt hidrolizatlarında tespit edilen 19 peptit zincirinden iki tanesi (VLPVPQK, EAMAPK) tarhana örnekleri ile ortaktır. Dövme hidrolizatında 23 adet peptit tespit edilmiştir. Bunların içinden LVVPPK peptiti direkt fermente tarhana hidrolizatında da tespit edilmiştir. Yoğurt ve dövme hidrolizatlarında ortak peptit bulunmamıştır. BIOPEP veri setinde yer almayan EAMAPK peptitinin antioksidan, IIVTQTMK peptitinin ACE inhibitör ve LPAVFK, LPGLKF, LLSLGA, LVVPPK peptitlerinin amino asit dizilimi ve türleri göz önüne alındığında antimikrobiyal aktivite taşıma kapasiteleri olduğu değerlendirilmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 27.02.2021

Kabul Tarihi : 17.06.2021

#### Anahtar Kelimeler

Biyoaktif peptitler  
Fonksiyonel peptitler  
Maraş tarhanası  
Enzimatik parçalanma  
In-silico parçalanma

## Determination of Bioactive Peptides in Maras Tarhana Produced by Traditional Method and Direct Fermentation

### ABSTRACT

In this study, two different techniques namely traditional and direct fermentation method were used to produce Maras tarhana. Peptide profiles of tarhana samples were compared by RP-HPLC method, and investigated by Q-TOF LC/MS. Mass spectrometry data were analyzed in PEAKS Studio (version 8.5) software and the physiological activities of the peptides were investigated in BIOPEP database. According to MS data, 34 and 50 different peptides were determined in the traditional and direct fermentation tarhana hydrolyzates, respectively. Among them, a total of 8 ACE inhibitor peptides, 3 antioxidant peptides, 1 antibacterial peptide, 4 DPP-IV inhibitor peptides, 1 renin inhibitor peptide were found in the BIOPEP database. 19 different peptide were detected in the yogurt hydrolyzate. Two of them (VLPVPQK, EAMAPK) were also detected in tarhana hydrolyzates. Overall, 23 peptides were detected in wheat samples. One of which (LVVPPK) was also detected in the direct fermented tarhana hydrolyzate. However no common peptide was detected in yoghurt and wheat hydrolyzates. As a result of the literature review, it was found that peptide EAMAPK, which is not included in the BIOPEP database, has antioxidant activity and the peptide IIVTQTMK has the potential to show ACE inhibitory activity.

### Research Article

#### Article History

Received : 27.02.2021

Accepted : 17.06.2021

#### Keywords

Bioactive peptides  
Functional peptides  
Maras tarhana  
Enzymatic degradation  
In-silico degradation

In addition it has been concluded that LPAVFK, LPGLKF, LLSLGA, and LVVPPK peptides sustained the potential to show antimicrobial activity considering the amino acid sequence and types..

**Atıf İçin:** Yüksel D, İnanç AL 2022. Geleneksel Yöntem ve Direkt Fermantasyon ile Üretilen Maraş Tarhanalarında Biyoaktif Peptitlerin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 357-366. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.887719>.

**To Cite :** Yüksel D, İnanç AL 2022. Determination of Bioactive Peptides in Maras Tarhana Produced by Traditional Method and Direct Fermentation. KSU J. Agric Nat 25 (2): 357-366. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.887719>.

## GİRİŞ

Protein yapısı içinde inaktif olan ancak enzimatik aktivite (mikroorganizma veya sindirim sistemi kaynaklı) sonucunda öncül protein yapısından serbest kalarak vücutta hormon benzeri fizyolojik aktivite gösteren peptit zincirleri “fonksiyonel peptit” veya “biyoaktif peptit” olarak tanımlanmaktadır (Korhonen, 2009). Proteinleri oluşturan amino asit zincirleri içine kodlanmış biyoaktif peptitlerin genellikle 2-20 amino asitten oluşan, hidrofobik amino asitlerce zengin kısa peptit zincirleri olduğu ifade edilmektedir (Chakrabarti ve ark., 2018). Günümüzde özellikle süt proteinleri kaynaklı opioid, antitrombotik, antihipertansif, antimikrobiyal, antikanserijen, mineral bağlayıcı ve immunomodülatör aktiviteye sahip farklı biyoaktif peptitler tanımlanmıştır (Nongonierma ve FitzGerald, 2015). Biyoaktif peptitlerin vücuttaki fizyolojik aktivitesi, amino asit kompozisyonları ve dizileri ile ilişkilendirilmektedir. Özellikle peptit zincirinin C ve N-terminal uçlarında bulunan amino asitlerin fizyolojik aktivite için belirleyici olduğu ifade edilmektedir (Gür ve ark., 2010). Biyoaktif peptitler vücutta hormon benzeri aktivite göstererek düzenleyici olarak görev yapabildikleri için gıda alanında ve farmakolojik uygulamalarda kullanım olanaklarına sahip sağlığı destekleyici, koruyucu etmenler olarak kabul edilmektedir (Kesler ve ark., 2008).

Fermente et, süt ve baklagil ürünlerinin üretiminde bir ana basamak olan fermantasyon esnasında gerçekleşen proteoliz sonucunda serbest hale geçebilen biyoaktif peptitler, bu ürünlerin fonksiyonel niteliklerini geliştirebilmektedir (Akpınar ve Uysal, 2013). Bu bağlamda tarhananın, hem süt hem de tahıl proteinleri içermesi açısından önemli bir biyoaktif peptit kaynağı olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda bir fermente gıda olarak tarhana, bakteriler tarafından büyük protein moleküllerinin kısa peptit zincirlerine parçalandığı önemli bir matriks olarak değerlendirilmektedir.

Maraş tarhanası, pilav gibi pişirilen dövme buğdayın yoğurtla karıştırıldıktan sonra kurutulmasıyla elde edilen fermente bir üründür (Yıldırım ve Güzeler, 2016). Geleneksel üretim yönteminde her bir kilogram pişmiş dövme yaklaşık olarak 3.5-4.5 kg yoğurt eklenir. Hazırlanan karışım bir gece bez torbalarda

bekletildikten sonra ince bir tabaka halinde “çiğ” olarak adlandırılan hasırların üzerine serilir. Açık havada güneş altında 1-2 gün süren kurutma işleminden sonra tarhanalar kış mevsimi boyunca depolanmak üzere metal fiçılara konulur.

Bu çalışmada geleneksel yöntem ve direkt fermantasyon ile üretilen Maraş tarhanalarındaki proteinlerin yapısı içinde inaktif halde bulunan ancak mikroorganizmaların veya sindirim sistemi enzimlerinin proteolitik aktivitesi sonucunda mide-bağırsak sisteminde serbest kalarak önemli fizyolojik aktiviteler sergileyen biyoaktif peptitlerin varlığı araştırılmış, geleneksel ve direkt fermantasyon yöntemiyle üretilen tarhanaların suda çözünen fazlarının peptit profilleri karşılaştırılmış, kütle spektrometresinde tarhana, yoğurt ve dövme örneklerinin pepsin-tripsin hidrolizatlarındaki peptitler incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Tarhana yapımında kullanılan dövme (işlem görmüş buğday) yerel bir değirmenden, tam yağlı UHT süt (Ülker A.Ş.) bir marketten satın alınmıştır. Yoğurt kültürü (CH-1 Thermophilic DVS) Chr Hansen (İstanbul, Türkiye) firmasından temin edilmiştir. Tripsin enzimi (T8003) Sigma'dan, pepsin enzimi (P-1120-48) Fisher Chemical'dan satın alınmıştır.

### Yöntem

#### Yoğurt üretimi

Yoğurt kültürü (firmanın tavsiye ettiği miktar 90 mg DVS kültür L<sup>-1</sup>) 200 ml süte ilave edilerek 40 °C'de 3 saat süresince aktive edilmiştir. Kültür inoküle edilen süt 2.5 litre UHT süte eklenerek 44 °C'de 4 saat fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon sonunda yoğurt buzdolabı sıcaklığında 12 saat bekletilmiştir.

#### Dövmenin pişirilmesi

Dövmeler suyla yıkandıktan sonra ağırlıkça 1 birim dövme 3 birim su ile karıştırılarak pişirilmiştir. Pişirme işlemine dövme içerisinde beyaz nokta kalmayınca kadar devam edilmiştir.

#### Tarhana üretimi

Geleneksel Maraş tarhanası üretimi için ağırlıkça 1 birim pişmiş dövme 2.5 birim yoğurt ile karıştırılmış ve karışım (tarhana hamuru) mikser yardımıyla

homojen hale getirilmiştir. Tarhana hamuru 44 °C'de 8 saat fermentasyona bırakılmıştır ve süre sonunda yaklaşık 0.5 cm kalınlığında olacak şekilde hasırlara serilerek nem miktarı % 10'a düşene kadar 60 °C'deki etüvde kurutulmuştur.

Direkt fermente Maraş tarhanası üretimi için yoğurt kültürü 40 °C'de 200 ml süt içinde 3 saat süresince aktive edildikten sonra 2.3 litre UHT süt ile karıştırılmıştır. Yoğurt kültürü inoküle edilen süt ve pişmiş dövme ağırlıkça 1 birim pişmiş dövme 2.5 birim süt olacak şekilde bir kapta birleştirilmiştir. Karışım 44 °C'de 4 saat fermentasyona bırakılmış ardından 12 saat buzdolabı sıcaklığında bekletilmiştir. Bekletme sonunda 44 °C'de 8 saat süresince ikinci bir fermentasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tarhana hamurunun kurutulmasında geleneksel üretim yöntemindeki parametrelerin aynı kullanılmıştır.

### Tarhana Proteinlerinin In-Silico Sindirim Modeli

Tarhana proteinlerinin in-silico hidrolizinin modellenmesi için BIOPEP programı (Minkiewicz ve ark., 2008) kullanılmıştır. Yoğurt kaynaklı proteinlerden  $\alpha_{s1}$ -kazein (P02662),  $\alpha_{s2}$ -kazein (P02663),  $\beta$ -kazein (P02666),  $\kappa$ -kazein (P02668),  $\beta$ -laktoglobulin (P02754),  $\alpha$ -laktalbumin (P00711) ve buğday kaynaklı proteinlerden glütenin HMW (P10388), glütenin LMW (P10385),  $\gamma$ -gliadin (P08453),  $\alpha$ - $\beta$ -gliadin (P02863) in-silico hidroliz modellenmesi için seçilmiştir. Hidroliz modeli için tripsin (EC 3.4.21.4) ve pepsin (pH>2 EC 3.4.23.1) enzimleri kullanılmıştır.

### Peptit Profili Analizi

Suda çözünen azotlu bileşenler (WSE) (Coda ve ark., 2012) tarafından bildirilen şekilde elde edilmiştir. Yoğurt ve pişmiş dövme mikserle homojen hale getirilmiş ve tarhana örnekleri öğütülüp 1 mm'lik elekten geçirilmiştir. Her bir örnekten (yoğurt, dövme ve tarhana) 40 g tartılarak 200 ml 50 mM Tris-HCl (pH:8.8) ile karıştırılmıştır. Örneklerin ekstraksiyonu 40 °C'de 16 saatte tamamlanmıştır. Süre sonunda örnekler +4 °C'de 3 saat bekletilmiştir. Örnekler için çöktürme üzerinden alınan sıvılar santrifüjlenerek (15000 x g, 30 dakika) elde edilen süpernatantlar bir sonraki aşama olan katı faz ekstraksiyonu (SPE) için toplanmıştır.

SPE kolonları (C18, 500 mg 3 ml<sup>-1</sup>, 50  $\mu$ m; Finisterre, İspanya) sırasıyla 2 ml metanol, 2 ml ultra saf su, 2 ml % 0.1'lik formik asit çözeltisi ile şartlanmıştır. Kolonlara örneklerin WSE ekstraktlarından 2 ml aktarılmıştır. Ekstraktların akış hızı dakikada 1 ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Kolonda tutulan peptitlerin geri kazanılması için kolondan sırasıyla 2 ml % 0.1'lik formik asit çözeltisi, 2 ml % 0.1'lik formik asit çözeltisi (% 20 asetonitril içinde) ve 2 ml % 0.1'lik formik asit çözeltisi (% 50 asetonitril içinde)

geçirilmiştir (Herraiz ve Casal, 1995). Toplanan sıvılar liyofilize (Alpha 1-4 LSCplus; Christ, Almanya) edilmiştir. Liyofilize ekstraktlar kullanılacakları zamana kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

RP-HPLC cihazında gerçekleştirilen peptit profili analizi için liyofilize ekstraktlara 2 ml ultra saf su eklenmiştir. Bir saat oda sıcaklığında bekletilen ekstraktlar filtreden (45  $\mu$ m x 25 mm PTFE) geçirilerek HPLC cihazına (LC-20 AT; Shimadzu, Japonya) 100  $\mu$ l enjekte edilmiştir. Analizlerde Inertsil ODS-3 C18 ters faz kolon (250 x 4.6 mm, 5  $\mu$ m partikül büyüklüğü; GL Sciences, Japonya) kullanılmıştır. Mobil faz (A: % 0.1 formik asit – ultra saf su (v/v), B: % 0.1 formik asit – asetonitril (v/v)) akış hızı 0.7 ml dk<sup>-1</sup> ve kolon sıcaklığı 40 °C olarak ayarlanmıştır. Mobil fazlar için gradient programı 3.dk A: %100, 13. dk A: %90, 21.dk A: %80, 29. dk A: %70, 37. dk. A: % 50, 45. dk A: %30, 53. dk. A: % 0 ve 61. Dk. A: % 100 olarak ayarlanmıştır.

### Kütle Spektrometresi (MS) Analizi

Tarhana örnekleri (gelenseksel ve direkt fermente), yoğurt ve dövmenin pepsin-tripsin hidrolizatlarının hazırlığı için ilk etapta örneklerin suda çözünür azotlu bileşen ekstraktları (WSE) peptit profili analizinde anlatıldığı gibi elde edilmiştir. Bu işlemlerin sonunda ekstraktların pH'ları HCl ile 2'ye ayarlanmıştır. Ekstraktlara enzim substrat oranı 1:50 olacak şekilde 10 mM HCl içinde pepsin eklenmiştir. Hidroliz işlemi 37 °C sıcaklıkta 24 saatte tamamlanmıştır. Enzim aktivitesini sonlandırmak için ekstraktlar 15 dakika boyunca 90 °C su banyosunda bekletilmiştir. 37 °C'ye soğutulan ekstraktların pH'sı NaOH çözeltisi ile 8'e ayarlanmıştır. Ardından ekstraktlara 1 mM HCl içinde tripsin (1:80 enzim substrat oranı) eklenmiştir. Hidroliz 37 °C sıcaklıkta 24 saatte tamamlanmıştır. Tripsin aktivitesini sonlandırmak için ekstraktlar 15 dakika boyunca 90 °C su banyosunda tutulmuştur. Ekstraktlar 20 dakika boyunca buz banyosunda soğutulmuştur. Bu işlemler sonunda örneklerin sıvı kısımları ayrılarak santrifüjlenmiş (15000 x g, 30 dakika) ve peptit fraksiyonlarını içeren süpernatantları toplanarak peptit profili analizinde anlatıldığı şekilde SPE işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sıvılar liyofilizatörde kurutulmuş MS analizine kadar -20 °C'de depolanmıştır.

MS analizi (Mejri ve ark., 2017) sonunda elde edilen veriler PEAKS Studio 8.5 (Bioinformatics Solutions Inc.; Waterloo, Canada) programında değerlendirilmiştir. Bu amaçla programa UniProtKB/Swiss-Prot (Anonim, 2018c) veri seti tanıtılarak, metiyonin oksidasyonu, serin fosforilasyonu ve sistein karbamidometilasyonu sonuçların değerlendirilmesindeki değişkenler olarak seçilmiştir. Sonuçlar değerlendirilirken -10logP alt sınırı 15 olarak belirlenmiştir. De-novo sekanslama sonuçlarında % ALC (average local confidence) 70 ve

üzeri değerler kabul edilmiştir. Swiss-Prot veri setinde yer almayan peptitlerin kaynaklarının belirlenmesi amacıyla ScanProsite (Anonim, 2018b) programından yararlanılmıştır. Tarama yapılacak veri seti olarak UniProt KB (trEMBL) seçilmiştir. Elde edilen veriler BIOPEP-UWM (Anonim, 2018a) veri setinde taranmış, eşleşme görülen peptitlere sonuçlarda yer verilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### In-silico Sindirim Modeli

Tarhana bileşimindeki yoğurt ve dövme kaynaklı proteinlerin pepsin-tripsin enzimleriyle in-silico hidrolizi neticesinde ağırlıklı olarak dipeptitler açığa çıkmıştır (Veriler sunulmamıştır). Toplamda 153 adet dipeptit, 14 adet tripeptit ve 3 adet daha uzun zincirli peptitin BIOPEP veri setinde kayıtlı olduğu görülmüştür. Veri setinde kayıtlı peptitler içinde 42 ACE inhibitör, 47 DPP-IV inhibitör, 9 antioksidan, 1 antitrombotik, 2 glukoz alımı uyarıcı, 2 vazodilatör madde salınımı uyarıcı, 1 mide mukoz membran aktivitesini düzenleyici, 1 anti-amnestik, 1 CaMPDE inhibitör ve 2 renin inhibitör aktivite gösteren peptit bulunmaktadır.

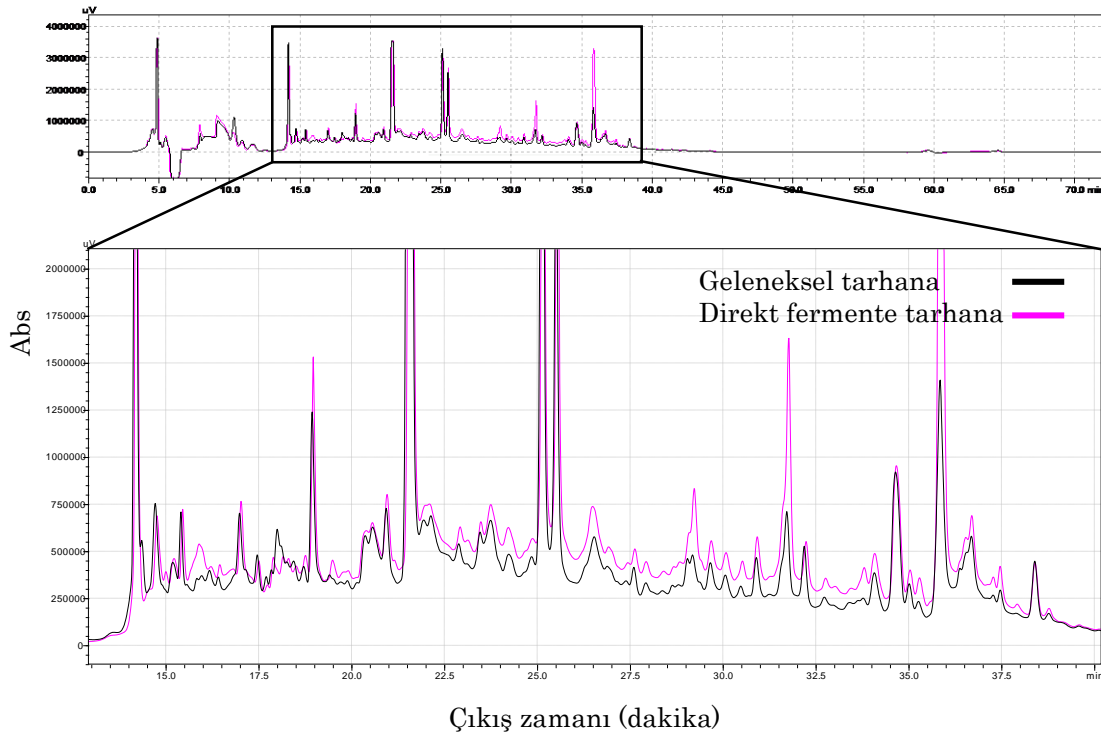
Yoğurt ve dövme proteinlerinin dizisinde bulunan IPP ve VPP tripeptitleri ACE inhibitör etkileri nedeniyle birçok araştırmanın konusu olmuştur. Aynı zamanda Calpis (Japonya) ve Evolus (Finlandiya) isimleriyle ticarileşmiş formları bulunan (Korhonen, 2009) IPP ve

VPP tripeptitleri gibi üç amino asitten oluşan peptit zincirlerine in-silico modellemede sınırlı sayıda rastlanmıştır. Benzer şekilde MS sonuçlarında IPP ve VPP tripeptitleri tespit edilmemiştir.

In-silico hidroliz modelinde ağırlıklı olarak dipeptitler açığa çıkmıştır. Dipeptit ve tripeptitlerin uzun amino asit zincirlerine kıyasla daha reaktif karakterli olabildiği bunun yanında bağırsak duvarından geçmelerinin dolayısıyla kan dolaşımına dahil olmalarının daha kolay olduğu bildirilmektedir (Le Maux ve ark., 2015). Kısa peptit zincirleri aynı zamanda gıdaların tat ve acılık gibi duyu özellikleri üzerindeki etkilerinden ötürü önemli görülmektedir (Maehashi ve Huang, 2009).

### Peptit Profili Analizi

Şekil 1'de sunulan geleneksel ve direkt fermente tarhana örneklerinin peptit profilleri karşılaştırıldığında bazı piklerin alanlarında görülen farklılıklar dışında kromatogramların büyük oranda benzer olduğu görülmüştür. Bu nedenle üretim metodlarının tarhanaların peptit profilleri üzerinde farklılık oluşturmadığı düşünülebilir. Yoğurt, dövme ve tarhana örneklerinin kromatogramları karşılaştırıldığında (Veriler sunulmamıştır) yoğurt fermentasyonu esnasında ortaya çıkan peptitlerin büyük oranda tarhanaların peptit profilini belirlediği düşünülmektedir.



Abs: 214 nm dalga boyundaki absorbans (AU)

Şekil 1. Geleneksel ve direkt fermente tarhana örneklerine ait RP-HPLC kromatogramlarının karşılaştırılması

Figure 1. Comparison of RP-HPLC chromatograms of traditional and direct fermented tarhana samples



## Kütle Spektrometresi (MS) Analizi

### Yoğurt ve dövme hidrolizatı

Yoğurt hidrolizatının MS analizinde tespit edilen peptitler içinde (Veriler sunulmamıştır) yalnızca antioksidatif etki gösteren VLPVPQK peptiti BIOPEP veri setinde yer almaktadır. Tespit edilen bir başka peptit EAMAPK'nın antioksidatif etki gösterdiğine dair literatür bilgisi bulunmaktadır (Pepe ve ark., 2016). Öte yandan yoğurt proteinlerinin in-silico sindirim modelinde öngörülen peptitlerin büyük kısmı MS analizinde tespit edilmemiştir.

Yoğurt hidrolizatında tespit edilen antioksidan VLPVPQK peptiti başka bir çalışmada daha tespit edilmiştir (Kunda ve ark., 2012). Fakat bazı çalışmalarda (Donkor ve ark., 2007; Plaisancie ve ark., 2013; Jin ve ark., 2016; Sah ve ark., 2016) saptanan VPP ve IPP gibi etkileri iyi tanımlanmış antihipertansif peptitler ve kazeisin A (IKHQGLPQE) ve israsidin (RPKHPIKHQGLPQEVNLNLLRF) gibi iyi bilinen antimikrobiyal peptitler yoğurt hidrolizatında tespit edilmemiştir.

Dövme hidrolizatının MS analizinde tespit edilen peptitlerin BIOPEP veri setinde veya literatürde tanımlanmış fizyolojik aktivitesine ulaşamamıştır. LVVPPK peptiti dövme ve direkt fermente tarhana hidrolizatlarında ortak bulunmuştur. Buğday ve

buğdaydan elde edilen ürünlerdeki peptitlerin araştırıldığı önceki çalışmalarda (Jeong ve ark., 2007; Nakamura ve ark., 2007; Rizzello ve ark., 2008; Nogata ve ark., 2009; Kancabaş ve Karakaya, 2013; Zhao ve ark., 2013) bulunan peptitler bu çalışmada tespit edilmemiştir.

### Tarhana hidrolizatları

Ek 1 ve Ek 2'de geleneksel ve direkt fermente tarhana örneklerinin MS verileri sunulmuştur. Geleneksel tarhana hidrolizatında 3 kDa'dan küçük 34, direkt fermente tarhana hidrolizatında 50 farklı peptit tespit edilmiştir. Bu peptitlerin BIOPEP veri setinde tanımlanmış fizyolojik aktiviteleri Çizelge 1'de sunulmuştur. IPAVFK, VLPVPQK, LLR, LR, VR ve FR peptitleri her iki tarhana hidrolizatında ortak tespit edilmiştir. AVPYQR ve RL peptiti ise yalnızca geleneksel tarhana hidrolizatında tespit edilirken LIVTQ ve EMPFPK peptitleri yalnızca direkt fermente tarhana hidrolizatında tespit edilmiştir. Her iki tarhana hidrolizatının antibakteriyal, antioksidan, renin inhibitör, DPP-IV inhibitör, ACE inhibitör aktivite gösteren en az bir peptit içerdiği anlaşılmaktadır. Böylece her iki metotla üretilen tarhanaların hidrolizatlarında tespit edilen peptitlerin fizyolojik aktiviteleri yönünden benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 1. PEAKS Studio programı çıktılarının BIOPEP veri setindeki tarama sonuçları

Table 1. Investigation of the results of peaks studio software in BIOPEP dataset

Peptit (Peptide)	Fizyolojik Aktivite (Physiological Activity)	Teorik Kütle (Da) (Theoretical Mass)	Ölçülen Kütle (Da) (Measured Mass)	Hidrolizat (Hydrolyzate)
IPAVFK	Antibakteriyel, DPP-IV inhibitör, ACE inhibitör	673.4030	673.4163	GT*, DT**
AVPYQR	ACE inhibitör, antioksidan	829.4310	829.4446	GT
VLPVPQK	Antioksidan	779.4760	779.4905	GT, DT
LIVTQ	ACE inhibitör	572.3410	572.3533	DT
EMPFPK	ACE inhibitör	747.3484	747.3625	DT
FR	ACE inhibitör, DPP-IV inhibitör	321.1690	321.1801	GT, DT
VR	ACE inhibitör, DPP-IV inhibitör	273.1690	273.1801	GT, DT
RL	ACE inhibitör, DPP-IV inhibitör	287.1850	287.1957	GT
LR	Renin inhibitör, ACE inhibitör	287.1850	287.1957	GT, DT
LLR	Antioksidan	400.2690	400.2798	GT, DT

\*GT: Geleneksel tarhana hidrolizatı (Traditional tarhana hydrolyzate)

\*\*DT: Direkt fermente tarhana hidrolizatı (Direct fermentation tarhana hydrolyzate)

MS analizinde tespit edilen peptitler ile in-silico sindirim modeline göre seçilen dövme ve süt proteinlerinden serbest kalması öngörülen peptitler kıyaslandığında, ACE inhibitör ve DPP-IV inhibitör aktivite gösteren VR dipeptiti dışında ortak sonuç bulunamamıştır. Bu durumun gıdaların kompleks kimyasal yapısıyla ilişkili olarak deneysel çalışmada yeterli hidroliz derecesine erişilememesi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Çizelge 2'de in-silico hidroliz modelinde öngörülen peptitler ve deneysel hidroliz çalışmasında tespit edilen peptitlerin fizyolojik aktiviteleri karşılaştırılmıştır.

BIOPEP veri setinde kayıtlı olmayan EAMAPK peptiti başka bir çalışmada (Pepe ve ark., 2016) antioksidatif peptit olarak tanımlanmıştır. Veri setinde bulunmayan diğer bir peptit olan IIVTQTMK ACE inhibitör peptit olarak tanımlanmıştır (Chobert ve ark., 2005). Bunların yanında veri setlerinde ve literatürde yer almayan LPAVFK, LPGLKF, LLSLGA, LVVPPK peptit zincirleri amino asit içerikleri yönünden incelenmeye değer görülmüştür. Prolin, lösin, valin, glutamik asit ve trionin amino asitlerinin istatistiksel olarak tanımlanan antimikrobiyal peptit zincirleri içinde baskın şekilde bulunduğu

belirtilmektedir (Dziuba ve Dziuba, 2014) . Bu anlamda yukarıda verilen dört peptit zincirinin

antimikrobiyal aktivite taşımaya aday peptitler olduğu düşünülebilir.

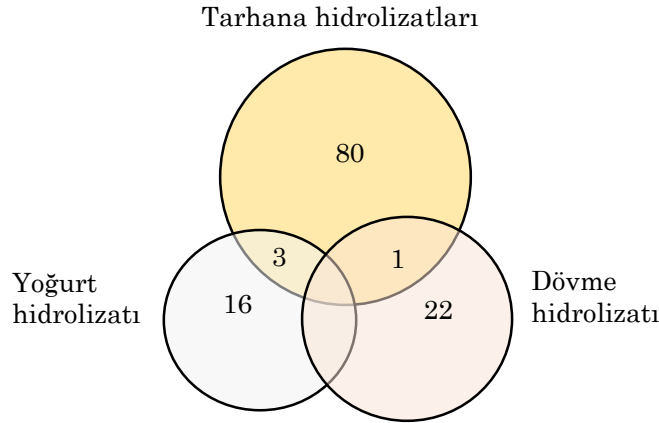
Çizelge 2. In-silico ve deneysel hidroliz ile serbest kalan peptitlerin kıyaslanması  
Table 2. Comparison of peptides cleaved by in-silico and experimental hydrolysis

Fizyolojik Aktivite (Physiological Activity)	In-silico Hidroliz (In-silico Hydrolysis)		Deneysel Hidroliz (Experimental Hydrolysis)	
	Yoğurt (Yogurt)	Buğday (Wheat)	Geleneksel Tarhana (Traditional Tarhana)	Direkt Fermente Tarhana (Direct Fermentation Tarhana)
Antioksidan (Antioxidant)	+	+	+	+
Antibakteriyal (Antibacterial)	+	+	+	+
Renin inhibitör (Renin inhibitor)	+	+	+	+
ACE inhibitör (ACE inhibitor)	+	+	+	+
DPP-IV inhibitör (DPP-IV inhibitor)	+	+	+	+
Antitrombotik (Antithrombotic)	+	+	-	-
Glukoz alımını uyarıcı (Glucose uptake stimulation)	+	+	-	-
Antiamnestik (Antiamnestic)	+	+	-	-
CaMPDE inhibitör (CaMPDE inhibitor)	+	+	-	-
Vazoaktif madde salımını uyarıcı etki (Vasoactive substance release stimulation)	+	+	-	-
Mide mukoz membran aktivitesi düzenleyici etki (Stomach mucosal membrane activity regulation)	+	+	-	-

Daha önce yapılan bir çalışmada (Conway ve ark., 2013) tanımlanan antioksidan etki puan tablosuna göre bu çalışmada tespit edilen IAPVFK, LAPVFK, APIVKF ve VLPVKPQ peptit zincirlerinin antioksidan aktivite taşımaya aday peptitler olduğu düşünülmektedir. Söz konusu peptitlerin antioksidatif etki puanları sırasıyla 10 üzerinden 7, 6.5, 7 ve 7 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada bulunan VLPVPQK peptiti için bu değer 10 üzerinden 7.5 puan bulunmuştur.

Tarhana, yoğurt ve dövme hidrolizatlarında bulunan ortak peptitler incelendiğinde EMMAPK, LAEK, TVMAPQ peptitlerinin yoğurt ve tarhana hidrolizatlarında, LVPPK peptitinin dövme ve tarhana hidrolizatlarında ortak olduğu görülmektedir. Fakat her üç örnekte ve yoğurt ile dövme hidrolizatları arasında ortak olan peptitlere rastlanmamıştır. Tarhana hidrolizatları ile kıyaslandığında yoğurt ve dövme hidrolizatlarında tespit edilen peptit sayısı daha azdır. Direkt fermente tarhana hidrolizatında 50, geleneksel tarhana hidrolizatında 34, yoğurt hidrolizatında 19 ve dövme hidrolizatında 23 farklı 3

kDa altında büyüklüğe sahip peptit tespit edilmiştir. Tespit edilen peptitlerin ve ortak peptitlerin sayıları Şekil 2'de sunulmuştur. Tespit edilen peptitler açısından tarhana örneklerinin daha zengin bir kaynak oluşturması laktik asit bakterileri ve mayaların tarhana fermantasyonu esnasındaki hücre dışı proteolitik enzim aktivitesi ile açıklanabilir (Pritchard ve Coolbear, 1993). Yoğurt kaynaklı mikroorganizmalar buğdaydan gelen kısa zincirli şekerlere erişim sağlayarak gelişebilmektedir. Buğdaydaki karbonhidratların çok büyük bölümü (%65-75) nişasta yapısında olmakla birlikte toplam karbonhidratların %1'ini monosakkaritler (glukoz, fruktoz) ve disakkaritler (sukroz, maltoz), % 1'ini oligosakkaritler (rafinoz, frukto oligosakkarit), % 1-2'sini fruktanlar oluşturmaktadır (Lafiandra ve ark., 2014). Hücre metabolizmasına katılması kolay olan bu şekerlerin mikrobiyal gelişmeyi teşvik ederek proteolitik parçalanmaya katkı sağladığı böylece tarhanada yoğurt ve dövmeyle kıyasla daha fazla peptit açığa çıktığı düşünülmektedir.



Şekil 2. Tarhana, yoğurt ve dövme hidrolizatlarında ortak bulunan peptitler  
Figure 2. Common peptides present in tarhana, yogurt and wheat

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Tarhana örneklerinin hidrolizatlarında tespit edilen peptitler içinde fizyolojik aktivite gösteren 8 ACE inhibitör, 3 antioksidan, 1 antibakteriyel, 4 DPP-IV inhibitör, 1 renin inhibitör peptit tespit edilmiştir. Yoğurt hidrolizatında tespit edilen VLPVPQK ve EAMAPK peptitlerinin literatürde antioksidatif aktivitesi tanımlanmıştır. Dövme hidrolizatında tespit edilen peptitlerle ilgili literatür bilgisine ulaşamamıştır.

Yoğurt ve dövme hidrolizatlarında tespit edilen peptitlerin büyük kısmı tarhana hidrolizatlarıyla ortak değildir. Bu nedenle tarhana fermantasyonunun 3 kDa altındaki peptitlerin serbest kalması açısından önemli bir basamak olduğu söylenebilir. Hidrolizatlarda tespit edilen peptitler fizyolojik aktiviteleri açısından değerlendirildiğinde tarhana hidrolizatlarında daha fazla sayıda fizyolojik aktivite gösteren peptit bulunmaktadır.

Tarhana bileşiminde, yoğurdun yapısından gelen mikroorganizmalar ve buğdayın yapısından gelen galakto-frukto oligosakkaritler ve diyet lifleri birlikte bulunmaktadır. Bu anlamda tarhana probiyotik-prebiyotik (sinbiyotik) etki gösteren gıdalardan birisidir. Bu durum Maraş tarhanasının fonksiyonel ürün kimliğine önemli katkı sağlamaktadır. Bununla beraber proteolitik aktivitesi yüksek olduğu belirtilen *Lactobacillus helveticus* gibi laktobasillerin tarhana fermantasyonuna dahil edilmesi durumunda proteinlerden serbest kalan kısa peptitlerin çeşitliliğinde artış olabileceği ve böyle bir çalışmanın tarhananın fonksiyonel özelliğini arttırabileceği değerlendirilmektedir.

Günümüzde tüketicilerin talepleri doğrultusunda doğal gıda katkı maddelerinin kullanım olanakları üzerinde önemli araştırmalar yürütülmektedir. Antimikrobiyal peptitler gibi gıda koruyucusu olarak kullanılmakta olan doğal bileşenler, yeni gıda

katkılarının ve insan sağlığını destekleyici yeni ürünlerin geliştirilmesi çalışmalarında ilgi uyandırmaktadır. Bu anlamda çalışmada tespit edilen ancak veri setinde yer almayan peptitlerin biyolojik aktiviteleri belirlenerek koruyucu ve sağlıklı destekleyici etkiler gösteren peptitler tanımlanabilir, bunların gıda ve sağlık sektöründe kullanım olanakları araştırılabilir. Bu çalışmalar neticesinde tüketicilerin doğal-sağlıklı gıda talebine cevap vermeye yönelik faydalı bulgular elde edilebileceği düşünülmektedir.

### TEŞEKKÜR

Bu makale; Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2017/7-162 YLS nolu proje ile desteklenen Doğanay YÜKSEL'in Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Akpınar A, Uysal HR 2013. Gıda Kaynaklı Antihipertensif Peptitlerin Biyoyararlılığı, Üretimi ve İlaç Olarak Kullanım Olanakları. GIDA 38(3): 167-174.
- Anonim 2018a. Bioactive Peptides Database- University of Warmia and Mazury in Olsztyn. <http://www.uwm.edu.pl/biochemia/index.php/pl/bio pep> (Erişim Tarihi: 27.11.2018)
- Anonim 2018b. ScanProsite Tool. <https://prosite.expasy.org/scanprosite/> (Erişim Tarihi: 27.11.2018)

- Anonim 2018c. The Universal Protein Knowledgebase. <https://www.uniprot.org/> (Erişim Tarihi: 10.10.2018)
- Chakrabarti S, Guha S, Majumder K 2018. Food-Derived Bioactive Peptides in Human Health: Challenges and Opportunities. *Nutrients* 10(11): 1738.
- Chobert JM, El-Zahar K, Sitohy M, Dalgalarrrondo M, Métro F, Choiset Y, Haertlé T 2005. Angiotensin I-Converting-Enzyme (ACE)-Inhibitory Activity of Tryptic Peptides of Ovine  $\beta$ -Lactoglobulin and of Milk Yoghurts Obtained by Using Different Starters. *Le Lait* 85(3): 141–152.
- Coda R, Rizzello CG, Pinto D, Gobbetti M 2012. Selected Lactic Acid Bacteria Synthesize Antioxidant Peptides During Sourdough Fermentation of Cereal Flours. *Applied and Environmental Microbiology* 78(4): 1087–1096.
- Conway V, Gauthier SF, Pouliot Y 2013. Antioxidant Activities of Buttermilk Proteins, Whey Proteins and Their Enzymatic Hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61(2): 364–372.
- Donkor ON, Henriksson A, Singh TK, Vasiljevic T, Shah NP 2007. ACE-inhibitory Activity of Probiotic Yoghurt. *International Dairy Journal* 17(11): 1321–1331.
- Dziuba B, Dziuba M 2014. New Milk Protein-Derived Peptides With Potential Antimicrobial Activity: An Approach Based on Bioinformatic Studies. *International Journal of Molecular Sciences* 15(8): 14531–14545.
- Gür F, Güzel M, Öncül N, Yıldırım Z, Yıldırım M 2010. Süt Serum Proteinleri ve Türevlerinin Biyolojik ve Fizyolojik Aktiviteleri. *Akademik Gıda* 8(1): 23–31.
- Herraiz T, Casal V 1995. Evaluation of Solid-Phase Extraction Procedures in Peptide Analysis. *Journal of Chromatography A* 708(2): 209–221.
- Jeong HJ, Jeong JB, Kim DS, Park JH, Lee JB, Kweon DH, Chung GY, Seo EW, de Lumen BO 2007. The Cancer Preventive Peptide Lunasin From Wheat Inhibits Core Histone Acetylation. *Cancer Letters* 255(1): 42–48.
- Jin Y, Yu Y, Qi Y, Wang F, Yan J, Zou H 2016. Peptide Profiling and the Bioactivity Character of Yogurt In the Simulated Gastrointestinal Digestion. *Journal of Proteomics* 141: 24–46.
- Kancabaş A, Karakaya S 2013. Angiotensin-Converting Enzyme (ACE)-Inhibitory Activity of Boza, A Traditional Fermented Beverage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93(3): 641–645.
- Kesler Y, Doğan M, Karaman S, Kayacıer A 2008. Kan Basıncını Düşürücü Süt Kaynaklı Peptitler. Türkiye 10. Gıda Kongresi 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Korhonen H 2009. Milk-Derived Bioactive Peptides: From Science to Applications. *Journal of Functional Foods* 1(2): 177–187.
- Kunda PB, Benavente F, Catalá-Clariana S, Giménez E, Barbosa J, Sanz-Nebot V 2012. Identification of Bioactive Peptides in a Functional Yogurt by Micro Liquid Chromatography Time-Of-Flight Mass Spectrometry Assisted by Retention Time Prediction. *Journal of Chromatography A* 1229: 121–128.
- Lafiandra D, Riccardi G, Shewry PR 2014. Improving Cereal Grain Carbohydrates for Diet and Health. *Journal of Cereal Science* 59(3): 312–326.
- Le Maux S, Nongonierma AB, Murray B, Kelly PM, FitzGerald RJ 2015. Identification of Short Peptide Sequences in the Nanofiltration Permeate of a Bioactive Whey Protein Hydrolysate. *Food Research International* 77(3): 534–539.
- Maehashi K, Huang L 2009. Bitter Peptides and Bitter Taste Receptors. *Cellular and Molecular Life Sciences* 66(10): 1661–1671.
- Mejri L, Vásquez-Villanueva R, Hassouna M, Marina ML, García MC 2017. Identification of Peptides with Antioxidant and Antihypertensive Capacities by RP-HPLC-Q-TOF-MS in Dry Fermented Camel Sausages Inoculated With Different Starter Cultures and Ripening Times. *Food Research International* 100(1): 708–716.
- Minkiewicz P, Dziuba J, Iwaniak A, Dziuba M, Darewicz M 2008. BIOPEP Database and Other Programs for Processing Bioactive Peptide Sequences. *Journal Of AOAC International* 91(4): 965–980.
- Nakamura T, Yoshida A, Komatsuzaki N, Kawasumi T, Shima J 2007. Isolation and Characterization of a Low Molecular Weight Peptide Contained In Sourdough. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(12): 4871–4876.
- Nogata Y, Nagamine T, Yanaka M, Ohta H 2009. Angiotensin I Converting Enzyme Inhibitory Peptides Produced by Autolysis Reactions from Wheat Bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(15): 6618–6622.
- Nongonierma AB, FitzGerald RJ 2015. The Scientific Evidence for the Role of Milk Protein-Derived Bioactive Peptides in Humans: A Review. *Journal of Functional Foods* 17: 640–656
- Pepe G, Sommella E, Ventre G, Scala MC, Adesso S, Ostacolo C, Marzocco S, Novellino E, Campiglia P 2016. Antioxidant Peptides Released from Gastrointestinal Digestion of “Stracchino” Soft Cheese: Characterization, in Vitro Intestinal Protection and Bioavailability. *Journal of Functional Foods* 26: 494–505.
- Plaisancié P, Claustre J, Estienne M, Henry G, Boutrou R, Paquet A, Léonil J 2013. A Novel Bioactive Peptide from Yoghurts Modulates Expression of the Gel-Forming MUC2 Mucin as well as Population of Goblet Cells and Paneth Cells Along the Small Intestine. *Journal of Nutritional Biochemistry* 24(1): 213–221.



Pritchard GG, Coolbear T 1993. The Physiology and Biochemistry of the Proteolytic System in Lactic Acid Bacteria. FEMS Microbiology Reviews 12(1-3): 179-206.

Rizzello CG, Cassone A, Di Cagno R, Gobbetti M 2008. Synthesis of Angiotensin I-Converting Enzyme (ACE)-Inhibitory Peptides and  $\gamma$ -Aminobutyric Acid (GABA) During Sourdough Fermentation by Selected Lactic Acid Bacteria. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56(16): 6936-6943.

Sah BNP, Vasiljevic T, McKechnie S, Donkor ON 2016.

Antibacterial and Antiproliferative Peptides in Synbiotic Yogurt—Release and Stability During Refrigerated Storage. Journal of Dairy Science 99(6): 4233-4242.

Yıldırım Ç, Güzeler N 2016. Tarhana Cipsi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi (TARGİD Özel Sayı): 1-8.

Zhao CJ, Hu Y, Schieber A, Gänzle M 2013. Fate of ACE-Inhibitory Peptides During the Bread-Making Process: Quantification of Peptides In Sourdough, Bread Crumb, Steamed Bread and Soda Crackers. Journal of Cereal Science 57(3): 514-519.

## EKLER

Ek 1. Kütle spektrometresi verilerinin PEAKS Studio programında değerlendirilmesi

Appendix 1. Evaluation of MS data in PEAKS Studio software

	Kütle(Da) (Mass)	-10lgP*	Peptit (Peptide)	Erişim Kodu (Access number)
Geleneksel Tarhana (Traditional Tarhana)	673.4163	24.06	IPAVFK	P02754 (LACB_BOVIN)
	673.4163	24.06	LPAVFK	Q58DW0 (RL4_BOVIN)
	645.3156	19.23	EAMAPK	P02666 (CASB_BOVIN)
	473.2962	18.39	GGC(-2.95)KL	A6QLB5 (A6QLB5_BOVIN)
	645.3156	17.22	KDCPAL	A0A1D5U880 (A0A1D5U880_WHEAT)
	671.2762	17.17	DSSC(-2.95)TY	F1MFL0 (F1MFL0_BOVIN)
	829.4446	16.43	AVPYPQR	P02666 (CASB_BOVIN)
	512.3071	16.02	AAPVR	A0A077RWI5 (A0A077RWI5_WHEAT)
	673.4163	15.83	IAPVFK	AKB**
	673.4163	15.83	LAPVFK	AKB
	779.4905	15.48	VLPVPQK	P02666 (CASB_BOVIN)
	932.5365	15.23	LIVTQTMK	P02754 (LACB_BOVIN)
	932.5365	15.23	IIVTQTMK	P02755 (LACB_BUBBU)
Direkt Fermente Tarhana (Direct Fermentation Tarhana)	932.5365	23.58	IIVTQTMK	P02755 (LACB_BUBBU)
	932.5365	23.58	LIVTQTMK	P02754 (LACB_BOVIN)
	673.4163	22.80	IPAVFK	P02754 (LACB_BOVIN)
	673.4163	22.80	LPAVFK	Q58DW0 (RL4_BOVIN)
	645.3156	21.50	EAMAPK	P02666 (CASB_BOVIN)
	673.4163	19.35	APLVFK	A0A077RPE6 (A0A077RPE6_WHEAT)
	673.4163	19.35	APIVFK	AKB
	747.3659	18.21	EMMIPK	AKB
	747.3659	18.21	EMMLPK	Q29RT4 (CDCA2_BOVIN)
	673.4163	17.36	APIVKF	A0A0B8QNF2 (A0A0B8QNF2_LACLL)
	673.4163	17.36	APLVKF	AKB
	829.4480	16.63	AVM(+15.99)LPGAR	F1MKX7 (F1MKX7_BOVIN)
	673.4163	16.52	LPGIKF	A0A0R2GUS0 (A0A0R2GUS0_9LACO)
	673.4163	16.52	LPGLKF	W5BHC7 (W5BHC7_WHEAT)
	572.3533	16.38	LLSLGA	P24627 (TRFL_BOVIN)
	473.2962	15.88	C(-2.95)GAVK	AKB
	779.4905	15.74	VLPVPQK	P02666 (CASB_BOVIN)
	572.3533	15.65	IIVTQ	AKB
	572.3533	15.65	LIVTQ	A0A0M4FI60 (A0A0M4FI60_BOVIN)
	572.3533	15.65	LLVTQ	A7MBJ5 (CAND1_BOVIN)
	572.3533	15.65	ILVTQ	AKB
	512.3071	15.64	APAVR	AKB
	655.3653	15.51	SC(-2.95)KPPQ	G5E6Q3 (G5E6Q3_BOVIN)
677.3496	15.19	KPDY	Q88VP9 (PRMA_LACPL)	
572.3533	15.08	LLTVQ	A0A077RWX9 (A0A077RWX9_WHEAT)	
572.3533	15.08	LITVQ	A0A096UUP1 (A0A096UUP1_WHEAT)	
572.3533	15.08	ILTVQ	Q0VD51 (RNF13_BOVIN)	
572.3533	15.08	IITVQ	Q58D55 (BGAL_BOVIN)	
747.3625	15.07	EMPFPK	P02666 (CASB_BOVIN)	

\*-10 lgP: Hatalı eşleşme olasılığı (%1 hatalı eşleşme ihtimali -10lgP:20 değerine denktir)

\*\* AKB: Anlamli kaynak bulunamadı

Ek 2. PEAKS Studio programının de-novo sekanslama sonuçları  
*Appendix 2. De-novo sequencing results of PEAKS Studio software*

	Peptit (Peptide)	% ALC*	Kütle (Da) (Mass)
<b>Geleneksel Tarhana</b> (Traditional Tarhana)	LLAEK	89	572.3533
	KLPQ	88	484.3009
	LPAVKF	87	673.4163
	LQPK	84	484.3009
	LKPQ	83	484.3009
	LR	82	287.1957
	MALPPK	79	655.3727
	VLPVKPQ	76	779.4905
	LLAKE	75	572.3533
	LLR	74	400.2798
	LKGPA	74	484.3009
	LAR	73	358.2328
	VLPVPC(-2.95)R	73	779.5018
	LLAEK	72	572.3533
	ALR	72	358.2328
	RL	71	287.1957
	LAK	71	330.2267
	LKPGA	71	484.3009
	FR	70	321.1801
	VR	70	273.1801
LLTVQ	70	572.3533	
<b>Direkt Fermente Tarhana</b> (Direct Fermentation) Tarhana)	LLAEK	90	572.3533
	LPAVKF	87	673.4163
	ALPPK	85	524.3322
	GYSK	85	339.2274
	LQPK	84	484.3009
	LKPQ	83	484.3009
	VR	80	273.1801
	LAPPK	79	524.3322
	LR	78	287.1957
	TVMAPQ	76	645.3156
	LVPVKPQ	76	651.4319
	KLPQ	76	484.3009
	FR	76	321.1801
	MALPPK	75	655.3727
	LLR	75	400.2798
	LAR	75	358.2328
	CVLPPK	74	655.3727
ALR	74	358.2328	
LAK	73	330.2267	
VLR	72	386.2641	
HQ	70	283.1281	

\*% ALC: Sekanstaki amino asitlerin doğruluk yüzdesi

### KISALTMALAR

ACE: Angiotensin converting enzyme  
CaMPDE: Calmodulin dependent cyclic nucleotide phosphodiesterase  
DPP-IV: Dipeptidyl peptidase-4  
kDa: Kilo dalton  
Q-TOF LC/MS: Quadrupole time of flight liquid chromatography/mass spectrometry  
RP-HPLC: Reversed phase-high performance liquid

chromatography

UHT: Ultra high temperature

Amino asitlerin tek harf kısaltmaları; A: Alanin, C: Sistein, D: Aspartik asit, E: Glutamik asit, F: Fenilalanin, G: Glisin, H: Histidin, I: İzolösin, K: Lizin, L: Lösin, M: Metiyonin, N: Asparagin, P: Prolin, Q: Glutamin, R: Arginin, S: Serin, T: Trionin, V: Valine, W: Triptofan, Y: Tirozin

## Melissa officinalis L. Ekstraktının Dondurma Üretiminde Kullanımı Üzerine Bir Araştırma

Mesut ÇINAR<sup>1</sup>, Şerafettin ÇELİK<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-7255-9220>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5605-5735>

✉: scelik69@harran.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, Melisa (*Melissa officinalis* L.) ekstraktının dondurma üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Bu bağlamda, farklı oranlarda (%3, 6 ve 9) Melisa ekstraktı ilave edilerek üretilen deneme dondurmaların bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. İstatistiksel değerlendirmede, dondurma karışımına Melisa ekstraktı ilavesinin, dondurmanın viskozite, hacim artış oranı ve ilk damlama süresini düşürdüğü, sertlik değerini ise yükselttiği; duyuşsal parametrelerden renk ve tatlılık değerlerini yükselttiği, yaprakı, tat-aroma, ağızda bıraktığı his, erimeye dayanıklılık, yabancı tat ve genel kabul edilebilirlik puanlarını düşürdüğü tespit edilmiştir. Melisa ekstraktını %3 düzeyinde içeren dondurmanın, araştırılan parametreler bakımından kontrol grubu dondurma ile çoğunlukla aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, sade dondurma üretiminde %3 Melisa ekstraktı kullanılarak fonksiyonel bir dondurma çeşidinin üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 16.02.2021

Kabul Tarihi : 20.04.2021

#### Anahtar Kelimeler

Dondurma

*Melissa officinalis* L. Ekstraktı

Viskozite

Hacim Artışı

Duyuşsal Özellikler

## A Study on Possible Use of *Melissa officinalis* L. Extract in the Production of Ice Cream

### ABSTRACT

In this study, some chemical, physical and sensory properties of the ice cream produced by adding different ratios (3, 6 and 9%) of Melissa (*Melissa officinalis* L.) extract to the ice cream mixture were determined and the suitability of the extract for ice cream production was investigated. The addition of Melissa extract to the ice cream mixture decreases the viscosity, overrun and the first dripping time of the ice cream, and increases the hardness. Also, it has been determined that it reduces the consistency, taste-aroma, mouthfeel, melting resistance, foreign taste and general acceptability, and increases color and sweetness of the ice cream. However, it was found that ice cream containing 3% Melissa extract was mostly in the same group with the control group ice cream in terms of investigated parameters. It is concluded that a functional ice cream type can be produced by adding 3% Melissa extract into ice cream mix.

### Research Article

#### Article History

Received : 16.02.2021

Accepted : 20.04.2021

#### Keywords

Ice cream

*Melissa officinalis* L. Extract

Viscosity

Overrun

Sensory Properties

**Atıf İçin:** Çınar M, Çelik Ş 2022. *Melissa officinalis* L. Ekstraktının Dondurma Üretiminde Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 367-373. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.846040.

**To Cite** Çınar M, Çelik Ş 2022. A Study on Possible Use of *Melissa officinalis* L. Extract in the Production of Ice Cream. KSU J. Agric Nat 25 (2): 367-373. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.846040.

### GİRİŞ

Dondurma krema, süt tozu, stabilizatör, emülgatör, tatlandırıcı (sakaroz, glikoz vb.), isteğe bağlı olarak renk ve lezzet veren maddelerin süte ilavesiyle elde edilen karışımın ısı işlem uygulanarak olgunlaştırılması ve işlenmesiyle üretilen kompleks fiziksel ve kimyasal bileşime sahip bir süt ürünüdür (Üçüncü 2005). Tatlı bir süt ürünü olan dondurmanın yağ ve şeker oranı yüksek, antioksidan ve fenolik madde içeriği ise düşük düzeydedir. Ancak, çeşitli bitki ve baharat ekstraktları ilave edilerek besin değerinin

zenginleştirilmesi mümkündür. Fenolik bileşikler bakımından zengin olan bitki ve baharatların süt ürünleriyle kombine edilmesi, tüketici sağlığına katkı sağlayacaktır (El-Sayed ve Youssef 2019).

Hayat şartları ve beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak, tüketicilerin gıdalardan beklentileri de zamanla değişmekte, tüketicilerin sağlıklı beslenme istekleri, fonksiyonel gıdalara talebi yükselmektedir (Türkmen ve Gürsoy 2017). Son yıllarda, fonksiyonel bileşenlerin ilavesiyle üretilen yeni gıda ürünleriyle ilgili çalışma sayısında artış gözlenmektedir. Bu bağlamda

dondurma üretiminde farklı bitki ve baharatların doğrudan veya ekstrakt, destilat veya sularının kullanımı ile çalışmalar yapılmıştır (Agrawal ve ark. 2015; Chamchan ve ark. 2017; Çelik ve ark. 2010; Gabbi ve ark. 2018; R Kumar ve ark. 2018).

Limon balsamı olarak ta bilinen ve *Lamiaceae* familyasına ait çok yıllık bir bitki olan Melisa bitkisinin (*Melissa officinalis* L.) Akdeniz ülkelerinde doğal olarak yetiştiği (Akgül 1993), Almanya, Fransa, İtalya, Romanya, Bulgaristan ile Amerika kıtasında kültüre alındığı belirtilmektedir (Bağdat ve Coşge 2006).

Melisa bitkisinin tüketici sağlığı bakımından güvenli olduğu, çeşitli gıda takviyeleri ile fonksiyonel gıdaların üretiminde kullanıldığı (Miraj ve ark. 2017; Swiader ve ark. 2019), bitki yapraklarının taze ve kurutulmuş formunun, çeşitli salata ve soslar ile çorba, sebze, et ve tatlılarda kullanıldığı, ayrıca bitkisel çay olarak tüketildiği bildirilmektedir (Simon ve ark. 1984). Melisa yapraklarının flavonoidler, polifenolik bileşikler, terpenler, tanninler ve esansiyel yağlar içerdiği (Miraj ve ark. 2017), bu bağlamda 32 adet bitki türü içinde en yüksek fenolik madde içeriğine (13.2 mg GAE/100 g kuru ağırlık) sahip olduğu (Wojdylo ve ark. 2007), herhangi bir yan etkisinin tespit edilmediği ve GRAS olarak kabul edildiği (Binello ve ark. 2017; Miraj ve ark. 2017) bildirilmektedir.

Melisa bitkisinin tablet haline getirilerek tıp alanında (oftalmoloji, jinekoloji, onkoloji, gastroenteroloji, kardiyoloji) uyku düzensizliği, nörodejeneratif hastalıklar ve obezitenin önlenmesi ve tedavisinde kullanımının tavsiye edildiği bildirilmektedir (Chilton 1997; Mimica-Dukic ve ark. 2004; Miraj ve ark. 2017; Swiader ve ark. 2019). İbni Sina ise '*Melisa bitkisi kalbi ferahlatır ve kalbe verdiği kuvvet, kırmızı yakutun fiiline muadildir*' diyerek bu bitkiyi övmüştür.

Melisa bitkisinin de yer aldığı farklı bitki karışımlarından elde edilen ve fenolik bileşikler bakımından optimize edilen liyofilize ekstraktın dondurma üretiminde kullanılabilmesi ve bu şekilde üretilen dondurmanın toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan kapasitesinin yükseldiği ve dondurmanın duyuşsal kabul endeksinin %83 olduğu bildirilmiştir (Gremski ve ark. 2019). Başka bir çalışmada ise, duyuşsal değerlendirme sonucunda %15 Melisa ve %15 Zencefil ekstraktının dondurma üretiminde kullanılabilmesi bildirilmiştir (Chamchan ve ark. 2017). Benzer çalışmalarda, %6 Fesleğen suyu (Trivedi 2014), %3 Fesleğen ekstraktı (S Kumar ve ark. 2012), %4-6 Zencefil suyu (Agrawal ve ark. 2015; Gabbi ve ark. 2018; Pinto ve ark. 2009) ve %0.1 oranında Sarı kantaron ekstraktının (Aydemir 2015) dondurma üretiminde kullanılabilmesi bildirilmiştir.

Gıda mevzuatı dondurma üretiminde, aroma ve çeşni maddelerinin kullanılmasına izin vermekte (Anonim 2004), çeşitli terapötik etkileri olan ve halk tıbbında

bazı hastalıkların tedavisinde kullanımı önerilen ve aynı zamanda çeşitli gıda ürünlerinin hazırlanmasında kullanılan Melisa ekstraktının dondurma üretimine uygunluğunun araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, farklı oranlarda ticari Melisa ekstraktı kullanılarak üretilen dondurmanın bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri araştırılmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Dondurma üretiminde, inek sütü, krema (Sütpa Süt Ürünleri Ltd. Şti., Antalya), süttozu (Enka Süt ve Gıda Mamulleri San. Tic. AŞ, Konya), stabilizatör (salep), emülgatör (mono- ve di-gliserit), şeker (sakaroz) ve ticari Melisa ekstraktı (Gökçek Gıda İlaç San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul) kullanılmıştır.

### Yöntem

#### Dondurma Üretimi

Dondurma karışımlarının hazırlanması için, taze inek sütüne %18 şeker, %0.25 emülgatör, %0.75 stabilizatör, %2.5 süttozu ilave edilmiştir. Ayrıca, %8 yağlı olacak şekilde sade dondurma karışımına krema ilave edilmiştir (Anonim 2004). Her bir deneme dondurma üretim çalışması, 5 L'lik hacimlerde gerçekleştirilmiştir.

Yapılan ön denemelerde, farklı oranlarda (%1, 3, 6, 9, 12 ve 15) ticari Melisa ekstraktı dondurma karışımlarına ilave edilerek üretimler yapılmış ve panelistlerin beğenisine sunulmuştur. Panelistler %1 ekstrakt içeren dondurmalarda ekstraktın hissedilmediğini, %12 ve %15 ekstrakt içeren dondurma örneklerinin ise yoğun şeker ve keskin limonsu tattan dolayı tüketilemeyeceğini ifade etmişler, bu nedenle dondurma üretiminde %3, 6 ve 9 oranında ekstrakt kullanılmıştır.

Isıl işlem uygulanan süte 40 °C'de krema eklendikten sonra, kendi içinde homojen olarak karıştırılan şeker, süt tozu, emülgatör ve stabilizatör karışımı, azar azar süte ilave edilip çözünmesi sağlanmıştır. Karışım, 85 °C'de 10 dak ısıtma işlemi uygulandıktan sonra 10 °C'de 18 saat olgunlaştırılmıştır. Hesaplanan miktar Melisa ekstraktı, mikrobiyal yükü azaltmak amacıyla pastörizasyon sıcaklığında dondurma miksine ilave edilerek karıştırılmıştır. Olgunlaştırma aşamasından sonra, dondurma karışımı kesikli çalışan dondurma makinesinde dondurmaya işlenmiştir. Dondurma örnekleri, kapaklı PVdC kaplara (100 mL) alınmış ve analiz yapıncaya kadar -22 °C'de muhafaza edilmiştir. Çalışma 3 defa tekrarlanmıştır.

#### Fizikokimyasal Analizler

**Kurumadde:** Dondurma karışımı, etüvde 103±2 °C'de kurutularak kurumadde oranı hesaplanmıştır (Kurt ve ark. 2012).



**pH:** Dondurma karışımında pH tayini yapmadan önce, dondurma oda şartlarında yumuşatılmış ve pH metre (WTW pH meter 3310, Germany) probu eriyen dondurma örneğine direk daldırılarak okuma yapılmıştır (Kurt ve ark. 2012).

**Viskozite:** Viskozite analizi, 4 °C'de 5.5 saat bekletilerek yumuşatılan dondurma örneğinde (yaklaşık 100 g) yapılmıştır. Viskozite tayini için 5 numaralı prob kullanılmış ve 20 rpm'de ölçümler alınmıştır. Bu işlem için, prob örneğe daldırıldıktan sonra, Viskozimetre (Brookfield Programmable DV-II+Viscometer, UK) çalıştırılmış ve 10. sn'de okuma (centipoise, cP) yapılmıştır (Aime ve ark. 2001; Gasse ve Frank 1991).

**Hacim artışı oranı:** Bu analiz için, öncelikle 100 mL'lik behere dondurma miksi, daha sonra dondurma konularak tartılmıştır. Dondurma ağırlığının miks ağırlığına oranıyla elde edilen değer 100 ile çarpılmış ve hacim artış oranı hesaplanmıştır (Gürsel ve Karacabey 1998).

**Sertlik:** Dondurma örneklerinde sertlik tayini, 4 °C'de penetrometre cihazı (Penetrometro 496) yardımıyla 25.4 mm çapında küre uç kullanılarak yapılmış ve okunan sonuçlar (N) olarak ifade edilmiştir (Aime ve ark. 2001).

**İlk damlama süresi:** Erime testi, -24 °C'de 5 gün süreyle muhafaza edilen dondurma örnekleri, 0.3 cm<sup>2</sup> gözenekli metal tel elek üzerine konulmuş ve 24 °C'de erimeye bırakılmıştır. Düşen ilk damlanın süresi kaydedilmiştir (Prindiville ve ark. 1999).

### Duyusal Analizler

Dondurma örneklerinin duyuşal değerlendirmesi, hedonik tip skala (1-9) kullanılarak 7 kişilik eğitimli panelist grubu tarafından yapılmıştır. Dondurma örnekleri, oda sıcaklığında yaklaşık 15 dak bekletildikten sonra değerlendirilmiştir. Panelistlerin örnekleri, renk, kıvam, tat-aroma, tatlılık düzeyi, ağızda bıraktığı his, yabancı tat, oda sıcaklığında erimeye dayanıklılık ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal analizlerin yapılmasına Harran Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu tarafından 2021/28 sayılı yazı ile izin verilmiştir.

### İstatistiksel Analizler

Dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine ait veriler, MINITAB® paket programı kullanılarak, tek yönlü ANOVA ile değerlendirilmiştir. Duyusal parametrelere ilişkin veriler, karekök transformasyonuna tabi tutulmuştur. Analiz sonucu önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılık, Tukey çoklu karşılaştırma testi ile test edilmiştir (Yıldız ve Bircan 1994).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Fizikokimyasal Özellikler

Melisa ekstraktı kullanılarak üretilen dondurma örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar, Çizelge 1'de verilmiştir.

Kontrol örneğine oranla, farklı oranlarda (%3, 6 ve 9) Melisa ekstraktı içeren dondurma örneklerinde KM oranlarının nispeten daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Yapılan bir çalışmada, farklı oranlarda (%2, 4, 6) Fesleğen suyu ilave edilerek üretilen dondurmada, KM oranının azaldığı (Trivedi 2014), Zencefil rizomlarından elde edilen formların (su, pulp, şeker ve toz) dondurmanın bileşimini önemli düzeyde etkilediği; Zencefil suyu ve pulpu (%2-8) ilavesinin dondurmada KM oranını azalttığı, Zencefil şekeri (%5-20) ve tozunun (%0.5-2) ise KM oranını yükselttiği (Gabbi ve ark. 2018), farklı oranlarda (%0.1, 0.2 ve 0.3) Sarı kantaron ekstraktı ilavesinin ise dondurmanın KM oranını yükselttiği (Aydemir 2015) bildirilmiştir.

Deneme dondurma örneklerinin pH değerleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 1). Tat-aroma amacıyla dondurmaya ilave edilen Fesleğen suyu (Trivedi 2014) ile Zencefil suyu ve tozu ilavesinin dondurmada pH'yı düşürdüğü (asitliği yükselttiği), Zencefil pulpu ve zencefil şekeri ilavesinin ise dondurmada pH'yı yükselttiği (Gabbi ve ark. 2018), Sarı kantaron ekstraktı ilavesinin ise dondurmada pH değerini düşürdüğü (Aydemir 2015) bildirilmiştir. Bu durumun, ilave edilen ekstraktın asitliğinden kaynaklandığı söylenebilir.

Kontrol grubuna oranla, Melisa ekstraktı içeren dondurma örneklerinin viskozite değerleri daha düşük (P<0.05) bulunmuş, ekstrakt oranının artışına paralel olarak dondurma örneklerinin viskozite değerlerinde önemli düzeyde (P<0.05) azalma meydana gelmiştir (Çizelge 1). Yapılan çalışmalarda, Safran (Çelik ve ark. 2010) ve farklı oranlarda (%2, 3 ve 4) Fesleğen ekstraktı ilavesinin dondurma miksinde viskozitenin azalmasına neden olduğu (S Kumar ve ark. 2012), Melisa (%15 Melisa ekstraktı + %90 xylitol) ve Zencefil ekstraktları (%15 Melisa ekstraktı + %90 xylitol) ilavesinin ise dondurmada viskozite değişimine neden olmadığı (Chamchan ve ark. 2017) bildirilmiştir.

Dondurma karışımına ticari Melisa ekstraktının ilavesi dondurmada hacim artış oranının azalmasına neden olmuştur. Ancak bu durum, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 1). Yapılan araştırmalarda Fesleğen suyu ilavesinin dondurmada hacim artışı üzerine etkisinin olmadığı (Trivedi 2014), Zencefil suyu ilavesinin dondurmada hacim artışı oranını azalttığı (Gabbi ve ark. 2018), Melisa ve Zencefil ekstraktları ilavesinin dondurmada hacim artışı bakımından kontrol örneğiyle istatistiksel olarak farklı olmadığı (Chamchan ve ark. 2017),

Safran ilavesinin dondurmada hacim artış oranında yükselmeye neden olduğu (Çelik ve ark. 2010), Limon otu ve Köri yaprağı destilatlarının dondurma miksine ilave edilmesinin dondurmada hacim artışına neden

olmadığı (R Kumar ve ark. 2018) farklı oranlarda Zencefil suyu ilavesinin ise dondurmada hacim artış oranını önemli düzeyde düşürdüğü (Agrawal ve ark. 2015) bildirilmiştir.

Çizelge 1. Kontrol ile Melisa ekstraktı içeren dondurmaların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal parametrelerine ilişkin ortalamalar değerler

Table 1. Average values for some physical, chemical and sensory parameters of the control and ice cream containing Melissa extract

	Kontrol Control	Melissa ekstrakt oranı (%) The ratios (%) of Melissa extract		
		%3	%6	%9
<b>Fizikokimyasal parametreler / Physicochemical parameters</b>				
Kurumadde, % <i>Drymatter, %</i>	34.81±0.20	34.27±0.20	34.29±0.20	34.31±0.20
pH	6.52±0.03	6.52±0.03	6.58±0.03	6.58±0.03
Viskozite, cP <i>Viscosity, cP</i>	6155.00±44.8 <sup>a</sup>	5681.67±44.8 <sup>b</sup>	5510.00±44.8 <sup>b</sup>	5050.00±44.8 <sup>c</sup>
Hacim artışı, % <i>Overrun, %</i>	24.97±0.90	24.16±0.90	21.78±0.90	21.47±0.90
Sertlik, N <i>Hardness, N</i>	82.83±6.05 <sup>c</sup>	101.67±6.05 <sup>c</sup>	129.50±6.05 <sup>b</sup>	175.50±6.05 <sup>a</sup>
İlk damlama süresi, dak <i>First drip time, min</i>	41.62±0.46 <sup>a</sup>	38.72±0.46 <sup>b</sup>	37.09±0.4 <sup>b</sup>	33.99±0.46 <sup>c</sup>
<b>Duyusal parametreler / Sensorial parameters</b>				
Renk <i>Colour</i>	1.21±0.01 <sup>d</sup>	1.83±0.01 <sup>c</sup>	2.12±0.01 <sup>b</sup>	2.37±0.01 <sup>a</sup>
Yapı-kıvam <i>Consistency</i>	2.83±0.02 <sup>a</sup>	2.74±0.02 <sup>b</sup>	2.58±0.02 <sup>c</sup>	2.07±0.02 <sup>d</sup>
Tat-aroma <i>Taste-aroma</i>	2.77±0.01 <sup>b</sup>	2.87±0.01 <sup>a</sup>	2.67±0.01 <sup>c</sup>	2.52±0.01 <sup>d</sup>
Tatlılık düzeyi <i>Sweetness</i>	2.24±0.00 <sup>d</sup>	2.43±0.00 <sup>c</sup>	2.67±0.00 <sup>b</sup>	2.86±0.00 <sup>a</sup>
Ağızda bıraktığı his <i>Mouthfeel</i>	2.80±0.01 <sup>a</sup>	2.72±0.01 <sup>b</sup>	2.60±0.01 <sup>c</sup>	2.42±0.01 <sup>d</sup>
Yabancı tat <i>Unwanted taste</i>	2.83±0.01 <sup>a</sup>	2.32±0.01 <sup>b</sup>	2.06±0.01 <sup>c</sup>	1.87±0.01 <sup>d</sup>
Erimeye dayanıklılık <i>Melting resistance</i>	2.87±0.01 <sup>a</sup>	2.56±0.01 <sup>b</sup>	2.29±0.01 <sup>c</sup>	2.01±0.01 <sup>d</sup>
Genel kabul edilebilirlik <i>General acceptability</i>	2.91±0.01 <sup>a</sup>	2.84±0.01 <sup>b</sup>	2.65±0.01 <sup>c</sup>	2.26±0.01 <sup>d</sup>

Aynı satırda, farklı harflerle belirtilen ortalamalar arasındaki farklılık, P<0.05/P<0.01 düzeyinde önemlidir.

The difference between the averages indicated by different letters on the same row is significant a level of P<0.05 or P<0.01.

Kontrol grubuna oranla, Melisa ekstraktı ilavesi ve ekstrakt oranının yükselmesine paralel olarak dondurmada sertlik değerlerinin de önemli düzeyde (P<0.05) yükseldiği tespit edilmiştir (Çizelge 1). Dondurma karışımına ilave edilen Melisa ve Zencefil ekstraktları ile şeker ikamesi olarak xylitol'un kullanıldığı bir çalışmada, optimize edilen dondurma örneklerinde (%15 zencefil/Melisa ekstraktı + %90 xylitol) sertlik değerlerinin kontrol örneği ile istatistiksel olarak farklı olmadığı bildirilmiştir (Chamchan ve ark. 2017).

Melisa ekstraktı ilavesinin dondurmada ilk damlama süresini P<0.05 düzeyinde düşürdüğü belirlenmiştir (Çizelge 1). Başka bir deyişle, dondurma üretiminde Melisa ekstraktı ilavesi ve ilave oranının yükselmesi, dondurmada hızlı erimeye neden olmuştur. Yapılan araştırmalarda, Fesleğen suyu (Trivedi 2014), farklı oranlarda Fesleğen ekstraktı (S Kumar ve ark. 2012) ve Zencefil suyu (Agrawal ve ark. 2015) ilavesinin dondurmada erimeye dayanıklılığı düşürdüğü, Zencefil formları (su, pulp, şeker ve toz) ilavesinin dondurmada (erimeye dayanıklılığı yükselttiği) ilk

damlama süresini uzattığı (Gabbi ve ark. 2018) bildirilmiştir.

#### Duyusal Özellikler

Melisa ekstraktı kullanılarak üretilen dondurma örneklerinin bazı duyuşsal parametrelerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 1'de verilmiştir.

Kontrol grubuna oranla, Melisa ekstraktı içeren dondurma örnekleri renk puanları bakımından panelistlerden çok önemli düzeyde (P<0.01) daha yüksek puanlar almıştır. Başka bir deyişle, kontrol grubu dondurma beyaz, Melisa ekstraktı içeren dondurma örneklerinde rengin değiştiği ve sarı rengin belirginleştiği, %3 Melisa ekstraktı içeren dondurma renginin sarımsı, %6 ve %9 ekstrakt içeren dondurma örneklerinin renginin ise açık sarı olarak algılandığı gözlenmiştir (Çizelge 1). Yapılan çalışmalarda, dondurma miksine ilave edilen Sarı kantaron (Aydemir 2015), farklı bitki ekstraktları (Gremski ve ark. 2019; Karaman ve Kayacier 2012) ile Safran baharatının (Çelik ve ark. 2010) dondurmanın rengini değiştirdiği bildirilmiştir.

Panelistler yapı-kıvam bakımından, kontrol ve %3 Melisa ekstraktı ilave edilerek üretilen dondurma örneklerini 'çok iyi', %6 ekstrakt içeren dondurmayı 'iyi' ve %9 ekstrakt içeren dondurmayı ise 'orta' düzeyde olarak değerlendirmişlerdir. Kontrol grubuna oranla, ekstrakt içeren dondurma örneklerinin yapı-kıvam skorları önemli düzeyde daha ( $P<0.05$ ) düşük bulunmuş, ayrıca ilave ekstrakt oranının artmasıyla yapı-kıvam puanları da azalmıştır (Çizelge 1). Farklı oranlarda (%0.1, 0.2 ve 0.3) Sarı kantaron (Aydemir 2015) ve %0.02 oranında Safran (Çelik ve ark. 2010) ilavesinin dondurmada yapı-kıvam skorlarının azalmasına, farklı oranlarda Zencefil suyu (%1, 2, 3, 4 ve 5) ilavesinin ise dondurmanın yapı-kıvam skorunda yükselmeye neden olduğu (Agrawal ve ark. 2015) bildirilmiştir.

Kontrol grubuna oranla, %3 Melisa ekstraktı içeren dondurmanın tat-aroma skoru daha yüksek, %6 ve 9 ekstrakt içeren dondurmaların skorları ise önemli düzeyde ( $P<0.05$ ) daha düşük bulunmuştur (Çizelge 1). Başka bir deyişle, %3 ve %6 oranında Melisa ekstraktının dondurma miksine ilave edilmesi, 'çok iyi' düzeyde algılanmış ve yüksek puan verilmiştir. Melisa ekstraktının kendine has limonumsu, mayhoş ve tatlı aroması bulunmaktadır. Ekstraktın düşük oranda (%3 ve 6) dondurma ile kombine edilmesi sonucu, dondurmaya kazandırdığı limonumsu tadın beğenildiği ve panelistler tarafından olumlu olarak değerlendirildiği anlaşılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, Safran ilavesinin sade ve diyabetik dondurmada tat-aroma skorunu yükselttiği (Çelik ve ark. 2010), %6 oranına kadar Fesleğen suyu ilavesinin dondurmanın tat-aromasını iyileştirdiği (Trivedi 2014) bildirilmiştir.

Tatlılık düzeyi bakımından kontrol ve %3 Melisa ekstraktı içeren dondurma örnekleri 'normal tatlı', %6 ve %9 ekstrakt katkılı dondurma örnekleri ise 'çok tatlı' olarak panelistler tarafından değerlendirmiştir. Kontrol grubuna oranla, Melisa ekstraktı içeren dondurma örneklerinin tatlılık açısından önemli düzeyde ( $P<0.05$ ) daha yüksek puan aldıkları, ekstrakt oranının artmasıyla dondurmaların tatlılık skorlarının da yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Başka bir deyişle tatlılık düzeyi yüksek olan Melisa ekstraktı, dondurmanın tatlılığına olumlu katkıda bulunmuştur. Tüketici sağlığı üzerine olumlu etkileri olan ve tatlılık düzeyi yüksek olan Melisa ekstraktının, dondurma üretiminde şeker yerine ikame edilmesi, toplumda görülen obezite ve tip II diyabet (*Diabetes mellitus*) hastalığının önlenmesi bakımından önem taşımaktadır. Safran ilavesinin dondurmada tatlılık düzeyinin yükselmesine neden olduğu bildirilmiştir (Çelik ve ark. 2010).

Ağızda bıraktığı his bakımından kontrol ve %3 Melisa ekstraktı içeren dondurmanın 'çok iyi', daha fazla oranda ekstrakt içeren dondurma örneklerinin ise 'iyi' düzeyde panelistler tarafından değerlendirildiği anlaşılmaktadır. Bununla beraber, Melisa ekstraktı

içeren dondurma örneklerinin önemli düzeyde ( $P<0.05$ ) daha düşük puanlar aldıkları, %3 Melisa ekstraktı içeren dondurmanın kontrol grubu dondurma ile yakın skor aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Başka bir deyişle kontrol grubu dondurmaların kristalleşen buzlu yapısının ağızda değişik bir his oluşmasına neden olduğu, ekstrakt oranının artışına bağlı olarak ağızda bıraktığı his puanının azalmasına neden olduğu anlaşılmıştır. Kontrol grubuna oranla, ağızda bıraktığı his bakımından Zencefil formları (su, pulp, şeker ve toz) ilavesiyle üretilen dondurmaların istatistiksel olarak benzer skorlar aldığı, ancak %6 ve 8 pulp, %20 şeker ve %2 toz formu kullanılarak üretilen dondurmalarda önemli düzeyde daha düşük puan aldıkları bildirilmiştir (Gabbi ve ark. 2018). Başka bir çalışmada ise, safran ilavesinin dondurma çeşitlerinde ağızda bıraktığı his skorlarının yükselmesine neden olduğu ifade edilmiştir (Çelik ve ark. 2010).

Kontrol grubuna oranla Melisa ekstraktı içeren dondurma örneklerinin yabancı tat puanlarının daha düşük olduğu ( $P<0.05$ ), ekstrakt oranının artışına bağlı olarak örneklerin yabancı tat puanlarının da azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Başka bir ifadeyle Melisa ekstraktı ilave edilerek üretilen dondurma örneklerinde yabancı tat algılanmıştır. Bu bağlamda, panelistler düşük oranda (%3) ekstrakt ilave edilen örneklerde 'çok az' düzeyde, daha yüksek oranda (%6 ve 9) ekstrakt içeren örneklerde ise 'az' düzeyde yabancı tat algılamışlardır. Melisa ekstraktının kendine has mayhoş tadının panelistler tarafından yabancı tat olarak algılandığı söylenebilir.

Kontrol grubu dondurmanın oda sıcaklığında erimeye karşı 'çok dayanıklı', %3 ve %6 ekstrakt katkılı dondurmaların 'dayanıklı' ve %9 ekstrakt ilaveli dondurmanın ise 'az dayanıklı' olduğu, verilen puanlardan anlaşılmaktadır ( $P<0.05$ ). Başka bir ifadeyle, dondurma karışımına ekstrakt ilave edilmesi oda sıcaklığında dondurmanın dayanıklılığını azalttığı ve daha hızlı eridiği sonucuna varılmıştır. Bu durum, dondurmanın araştırılan fiziksel ve kimyasal parametrelerinden ilk damlama süresi ile de paralellik göstermiştir.

Genel kabul edilebilirlik bakımından, deneme dondurma örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $P<0.05$ ) farklılık olduğu tespit edilmiştir. Panelistlerin, genel kabul edilebilirlik bakımından kontrol ile %3 ve %6 ekstrakt katkılı dondurma örneklerine 'çok iyi', %9 ekstrakt içeren dondurma örneğine ise 'iyi' düzeyde kabul puanı verdikleri anlaşılmaktadır (Çizelge 1). Panelistlerin bu parametre bakımından kontrole oranla, %3 ekstrakt içeren dondurma örneğini daha fazla beğendikleri tespit edilmiştir. Başka bir deyişle, Melisa ekstraktının kendine has mayhoş olarak nitelenen tat-aromasının düşük düzeyde dondurmada olumlu tepki aldığı ve %3 oranında ekstraktın dondurma

üretiminde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Farklı bitki karışımlarından elde edilen ekstraktın dondurma üretiminde kullanılabileceği (Gremski ve ark. 2019), %10 Zencefil şekeri, %6 Zencefil suyu, %4 Zencefil pulpu ve %1 Zencefil tozu ilavesiyle üretilen dondurmanın en yüksek toplam kabul edilebilirlik puanını aldığı (Gabbi ve ark. 2018), başka bir çalışmada ise %4 Zencefil suyu kullanılarak üretilen dondurmanın duysal olarak en fazla kabul edildiği (Agrawal ve ark. 2015), %15 Melisa ekstraktı ile %15 Zencefil ekstraktı ilave edilen dondurma örneklerinin en yüksek kabul edilebilirlik skorları aldıkları ve söz konusu oranların bireysel olarak dondurma üretiminde kullanılabileceği (Chamchan ve ark. 2017) bildirilmiştir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Melisa ekstraktı ilavesinin yağlı sade dondurmanın araştırılan kimyasal, fiziksel ve duysal özelliklerini etkilediği ve %3 ekstrakt ilavesiyle üretilen dondurmanın kontrol grubu dondurma ile benzerlik gösterdiği ve duysal olarak kabul edildiği, dondurma üretiminde en fazla %3 oranında Melisa ekstraktı kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Böylece, süt teknolojisine yeni bir dondurma çeşidi kazandırılarak, fenolik bileşikler açısından zengin Melisa ekstraktının sade dondurma üretiminde kullanımı sonucu fonksiyonel yeni bir ürün üretilecektir. Ayrıca, tatlılık düzeyinin yüksek olması nedeniyle, söz konusu ekstraktın şeker ikamesi olarak diyabetik dondurma üretiminde kullanılabileceği düşünülmektedir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje No: 12095).

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

Agrawal AK, Karkhele PD, Karthikeyan S, Shrivastava A, Sinha G 2015. Effect of Variation of Ginger Juice on Some Physical and Sensory Properties of Ice Cream. *Indian Journal of Dairy Science* 69(1): 17-23.

Aime DB, Arntfield SD, Malcolmson LJ, Ryland D 2001. Textural Analysis of Fat Reduced Vanilla Ice Cream Products. *Food Research International* 34(2-3): 237-246.

Akgül A 1993. *Baharat Bilimi ve Teknolojisi*: Damla Matbaacılık ve Ticaret, Konya, Türkiye, 541s.

Anonim 2004. Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği (Tebliğ No: 2004/45). Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Ankara.

Aydemir K 2015. Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum* L.) Ekstraktının Dondurma Üretiminde Kullanılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Samsun, Türkiye, 79s.

Bağdat RB, Coşge B 2006. The Essential Oil of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.), Its Components and Using Fields. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 21(1): 116-121.

Binello A, Cravotto G, Boffa L, Stevanato L, Bellumori M, Innocenti M, Mulinacci N 2017. Efficient and Selective Green Extraction of Polyphenols from Lemon Balm. *Comptes Rendus Chimie* 20(9-10): 921-926.

Chamchan R, Sinchaipanit P, Disnil S, Jittinandana S, Nitithamyong A, Onnom N 2017. Formulation of Reduced Sugar Herbal Ice Cream Using Lemongrass or Ginger Extract. *British Food Journal* 119(10): 2172-2182.

Chilton S 1997. Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Foods, Drugs, and Cosmetics. *American Scientist* 85(1): 83-84.

Çelik Ş, Cankurt H, Doğan C 2010. Safran İlavesinin Sade Dondurmanın Bazı Özelliklerine Etkisi. *Gıda* 35(1): 1-7.

El-Sayed SM, Youssef AM 2019. Potential Application of Herbs and Spices and Their Effects in Functional Dairy Products. *Heliyon* 5(6): e01989.

Gabbi DK, Bajwa U, Goraya RK 2018. Physicochemical, melting and sensory properties of ice cream incorporating processed ginger (*Zingiber officinale*). *International Journal of Dairy Technology* 71(1): 190-197.

Gassem MA, Frank JF 1991. Physical Properties of Yogurt Made from Milk Treated with Proteolytic Enzymes. *Journal of Dairy Science* 74(5): 1503-1511.

Gremski S, Coelho ALK, Santos JS, Daguer H, Molognoni L, do Prado-Silva L, Sant'Ana AS, Rocha RD, da Silva MC, Cruze AG, Azevedo L, do Carmo MAV, Wen MC, Zhang L, Granato D 2019. Antioxidants-Rich Ice Cream Containing Herbal Extracts and Fructooligosaccharides: Manufacture, Functional and Sensory Properties. *Food Chemistry* 298: 125098.

Gürsel A, Karacabey A 1998. *Dondurma Teknolojisine İlişkin Hesaplamalar, Reçeteler ve Kalite Kontrol Testleri*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara, Türkiye.

Karaman S, Kayacier A 2012. Rheology of Ice Cream Mix Flavored with Black Tea or Herbal Teas and Effect of Flavoring on the Sensory Properties of Ice Cream. *Food and Bioprocess Technology* 5(8): 3159-3169.

Kumar R, Atanu J, Ankit D, Satish P 2018. Suitability of Type of Herb and Its Form as Flavoring in Herbal



- Ice Cream. International Journal of Chemical Studies 6(5): 1562-1567.
- Kumar S, Rai DC, Singh DP 2012. The functional, rheological and sensory attributes of Tulsi (holy basil, *Ocimum sanctum*) extract based herbal ice-cream. The bioscan 8(1): 77-80.
- Kurt A, Çakmakçı S, Çağlar A 2012. *Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Basım, 254s.
- Mimica-Dukic N, Bozin B, Sokovic M, Simin N 2004. Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Melissa officinalis* L.(Lamiaceae) Essential Oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52(9): 2485-2489.
- Miraj S, Kopaei R, Kiani S 2017. *Melissa officinalis* L: A Review Study with an Antioxidant Prospective. Journal of Evidence-Based Integrative Medicine 22(3): 385-394.
- Pinto S, Patel A, Jana A 2009. Evaluation of different forms of ginger as flavouring in herbal ice cream. Int. J. Food Sci. Technol. Nutr 3: 73-83.
- Prindiville EA, Marshall RT, Heymann H 1999. Effect of milk fat on the sensory properties of chocolate ice cream. Journal of Dairy Science 82(7): 1425-1432.
- Simon JE, Chadwick AF, Craker LE 1984. *Herbs, an indexed bibliography, 1971-1980*. Elsevier Science Publishing Co. Inc., New York, USA.
- Swiader K, Startek K, Wijaya CH 2019. The Therapeutic Properties of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.): Reviewing Novel Findings and Medical Indications. Journal of Applied Botany and Food Quality 92: 327-335.
- Trivedi VB. (2014). *Use of basil (tulsi) as flavouring ingredient in the manufacture of ice cream*. (Master thesis), AAU, Anand.
- Türkmen N, Gürsoy A 2017. Fonksiyonel Dondurma. Akademik Gıda 15(4): 386-395.
- Üçüncü M 2005. *Süt ve Mamülleri Teknolojisi*. Bornova, İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 571s.
- Wojdylo A, Oszmianski J, Czemerys R 2007. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in 32 Selected Herbs. Food Chemistry 105(3): 940-949.
- Yıldız N, Bircan H 1994. *Araştırma ve Deneme Metodları*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 704, Erzurum. 218s.

## Effects of Gytjtja Applications on Some Chemical Properties of Acidic Soils

Kadir SALTALI<sup>1\*</sup>, Zekeriya KARA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Kahramanmaraş,  
<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Centre for University and Industry Collaboration (ÜSKİM) Kahramanmaraş

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-5301-1350>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7855-4968>

✉: [kadirs@ksu.edu.tr](mailto:kadirs@ksu.edu.tr)

### ABSTRACT

Acidic soils need to be improved of pH in order to maintain sustainable agricultural production. In order to ameliorate the pH, lime, available Ca and some other properties of acidic soils, materials that increase the soil pH value are needed. One of these organic substances is gyttja. Gyttja contains 30-40% CaCO<sub>3</sub> and 40-50% organic matter, which is generated as waste in the Afşin Elbistan thermal power plant and its reserve is estimated to be 4.8 billion tons. The aim of this research was to determine the effects of applying different amounts of gyttja on soil pH, macro (Ca, Mg, K) and micronutrient (Fe, Mn, Zn, Cu) elements. A pot experiment was conducted as a completely randomized design with four different doses of the gyttja (0, 1, 2 and 4%) and three replications. After 6 months of incubation period under greenhouse conditions, soil samples were taken from the pots. The chemical properties such as pH, lime, organic matter, exchangeable Ca, Mg, K, DTPA-extractable Fe, Cu, Zn and Mn contents were analyzed. Soil pH, lime, organic matter and exchangeable Ca significantly ( $p < 0.001$ ) increased, but DTPA-extractable Fe and Mn contents decreased depending on the application doses. Application of gyttja to acid soils has improved the soil properties mentioned above. Therefore, gyttja can be suggested to be used for amelioration the acid soils.

### Research Article

#### Article History

Received : 16.03.2021  
Accepted : 26.05.2021

#### Keywords

Acid soil  
Gyttja  
Lime  
pH  
Available elements

## Gıdyaya Uygulamasının Asit Karakterli Toprakların Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

### ÖZET

Asidik topraklarda tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için pH'nın iyileştirilmesi gerekmektedir. Asit karakterli toprakların pH, kireç, alınabilir Ca ve diğer bazı özelliklerini iyileştirmek için, toprak pH değerini artıran materyallere ihtiyaç vardır. Bu materyallerden birisi de gıdyadır. Gıdyaya; Afşin-Elbistan termik santralinde atık madde olarak açığa çıkmakta olup %30-40 kireç ve %40-50 organik madde içermektedir. Gıdyanın bölgedeki rezervinin 4.8 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu araştırmanın amacı, farklı miktarlarda uygulanan gıdyanın toprağın pH, makro (Ca, Mg, K) ve mikro besin (Fe, Mn, Zn, Cu) elementleri üzerindeki etkilerini belirlemektir. Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine kurulmuş olup saksılara %0, 1, 2, 4 dozlarında gıdyaya uygulanarak üç tekerrürlü olarak sera koşullarında yürütülmüştür. Altı aylık inkubasyon süresi sonunda saksılardan toprak örnekleri alınarak, toprakların pH, kireç, organik madde, değişebilir Ca, Mg, K, DTPA ile ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri analiz edilmiştir. Uygulama dozlarına bağlı olarak toprak pH'sı, kireç, organik madde ve değişebilir Ca içeriği istatistiksel olarak önemli düzeyde ( $p < 0.001$ ) artarken, DTPA'da ekstrakte edilebilir Fe ve Mn içerikleri ise azalmıştır. Asit topraklara gıdyaya uygulaması ile yukarıda belirtilen toprak özelliklerinin iyileştiği görülmektedir. Bu nedenle, gıdyaya'nın asit toprakların iyileştirilmesinde kullanımı önerilebilir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 16.03.2021  
Kabul Tarihi : 26.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

Asit toprak  
Gıdyaya  
Kireç  
pH  
Yarıyışlı elementler

## INTRODUCTION

Soil acidity is formed by leaching the basic cations (Mg, Ca, Na and K) from the soil profile in regions with high precipitation and the increase of acidic cations ( $H^+$  Al and Fe etc.) in the soils. Soil acidity affects the physico-chemical and biological properties of the soil and thus plant growth in direct or indirect manner (Chintala et al., 2012a). The acidification of soils, that is, the decrease in soil pH value, causes Ca, Mg and K deficiency in soils due to leaching of basic cations; while elements such as Fe, Al and Mn increase towards toxic levels (Cosgrove, 1967; Bayraklı, 1975; Foy, 1984; Aydemir, 1985). Lime is widely used to rehabilitate acid soils and increase soil pH. With the application of lime to acidic soils, plant nutrients such as Ca and Mg are also provided, it neutralizes the active  $H^+$  and  $H^+$  ions generated by hydrolysis of Al, Fe and Mn which can be at toxic levels and the soil pH increases (Van Zwieten et al., 2009; Namlı et al., 2017). Optimum pH value for tea which grown in acidic soils is 4.5-6.0. The pH value of 86.26% of the soils where tea is cultivated is below the optimum pH value recommended for tea (Özyazıcı et al., 2013). The recommended pH value for hazelnuts is around 6.0 (Özyazıcı, 2014), so it is recommended to apply 2-5 ton  $ha^{-1}$  of lime in every 3-5 years in order to increase the pH and maintain sustainability of acid soils (Usta, 1995).

Lime material is obtained from solid limestone rocks and there is a certain cost for operations such as burning and/or grinding the solid limestone rock to obtain agricultural lime. However, it is suggested that gyttja can be an alternative to conventional lime material in correcting the soil acidity (Saltalı and Korkmaz, 2015). The gyttja reserve is estimated to be 1.8 billion tons in A + B units in the Afşin-Elbistan Thermal Power Plant basin, and approximately 4.8 billion tons with the newly planned units (C + D + E) (Kadioğlu et al., 2015). Gyttja is an organomineral material formed by a mixture of organic and mineral materials on the old lake floors, varying in colour from light gray to brownish-black, containing fossils of the organisms that used to live in the lake. The organic matter and lime contents of gyttja varies between 40-50% and 30-40%, respectively (Saltalı and Korkmaz, 2015). It has been suggested that gyttja may contain fossils of the organisms that used to live in the lake to improve fertility of acid soils, which are located on the lignite layer in the Afşin-Elbistan thermal power basin, that are not suitable for energy production in thermal power plants due to their low calories. Gyttja materials are excavated and then used as filling material (Saltalı and Korkmaz, 2015).

The aim of this study was to investigate the effect of gyttja application on the chemical properties of soils taken from the Black Sea region and having a pH value of 5,12 by applying different amounts of gyttja. Based

on the data to be obtained, it is to be determined whether the gyttja would be suitable for the improvement of acid soils.

## MATERIAL and METHOD

In the study, acidic soil samples taken from Gülyalı-Alibeyköy (X:421353 and Y:4534600) district of Ordu, and gyttja samples were taken from Afşin-Elbistan Thermal Power Plant coal basin (X: 559221 and Y: 4245394).

### Experimental Design

The experiment was established by mixing the gyttja material homogeneously with the soils at the rate of 0, 1, 2 and 4%. The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. The prepared soil and gyttja mixtures were incubated under greenhouse conditions. Dried soil-gyttja mixtures were placed in pots and irrigated with deionized water to field capacity. Soils were brought to field capacity in every 3-week. Soil samples were taken at the end of the 6<sup>th</sup> month of the experiment. The collected soil samples were dried and prepared for analysis.

### Chemical analysis of samples

Soil pH and EC were measured with a pH meter (Thomas, 1996) and electrical conductivity instrument (Rhoades, 1996) in saturation paste, respectively. Calcium carbonate content of soils and gyttja were determined by Scheibler calcimeter method (Allison and Moodie, 1965). Organic carbon content of soils and gyttja were performed employing a carbon/sulphur analyser equipment (Eltra CS-580) after inorganic carbon (Carbonate-C) removal with 0.1 N HCl and drying (Eltra GmbH, 2009). The obtained organic C value was multiplied by 1.724 and given as the organic matter value (Allison, 1965). The exchangeable Ca, Mg and K content of the soil and gyttja were analysed according to  $NH_4OAc$  method (Helmke and Sparks, 1996). Micro element contents (Fe, Cu, Zn and Mn) in the soils and gyttja were extracted by  $DTPA+CaCl_2+TEA$  solution (Lindsay and Norvell, 1978) and analysed by means of Atomic absorption spectroscopy (Agilent 200 Series AA).

### Statistical Analysis

The data-sets were subjected to one-way ANOVA and the mean separation between the gyttja doses was made by the Duncan Multiple Range test at  $p < 0.05$  significance level using SPSS 18.00 (SPSS, Inc., Chicago, USA).

## RESULTS and DISCUSSION

### Some physicochemical properties of soil and gytjtja

Some physico-chemical properties of the experimental soil and gytjtja were given in Table 1. The results for gytjtja showed that it is a lime and organic matter rich material, therefore it is a useful material to correct the deleterious effect of acidity as well as to improve organic matter content of soils. Potentially readily

available amounts of basic cations such as Ca, Mg and K were also high which was indication of it as possible improver of acidic soils.

The soil used in the experiment was classified as moderate acid, its Ca and K concentration was deficient, Mg concentration was sufficient, and Fe and Mn concentration was high (Alparslan et al., 1998).

Table 1. Physico-chemical analysis results of soil and gytjtja samples  
Çizelge 1. Toprak ve gıyda örneklerinin fiziko-kimyasal analiz sonuçları

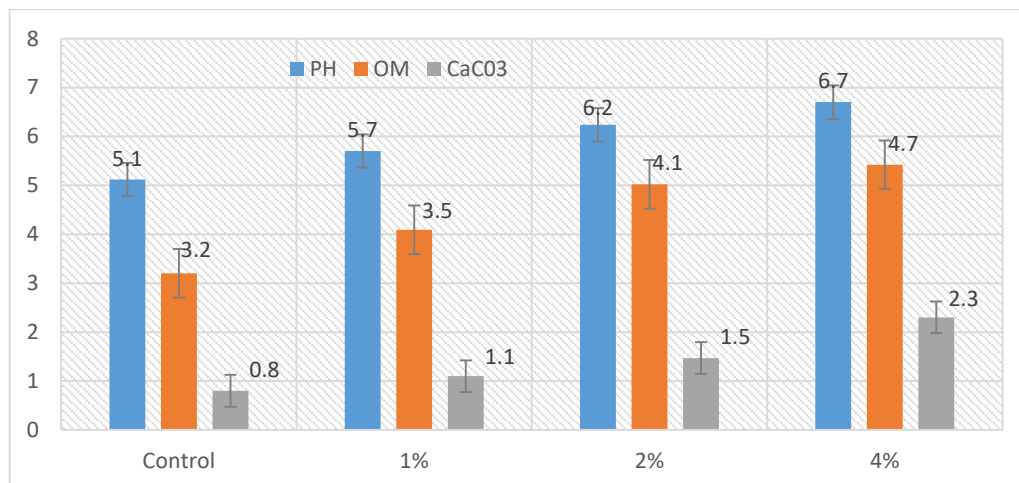
	pH	EC	Texture	OM	CaCO <sub>3</sub>	Ca	Mg	K	P	Fe	Zn	Cu	Mn
		dSm <sup>-1</sup>		%	%	...	...	...	µg/g	...	...	...	...
Gytjtja	7.24	1.15	...	45	52	6701	755	110	10	32	1.04	0.23	3.80
Soil	5.12	0.92	Loam	3.2	0.8	1020	274	105	8	60	0.79	1.2	75

### The effect of gytjtja on pH, organic matter and lime content

The effects of gytjtja on pH, lime and organic matter contents of the soils are given in Figure 1. The highest pH, organic matter and lime contents were obtained in

4% gytjtja treatments, while the lowest was found at the control application.

The differences between the application doses were found to be statistically different for pH, OM and lime (p < 0.01) as shown Table 2.



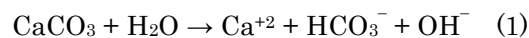
Şekil 1. Gıyda uygulamasının toprakların pH, OM ve kireç içeriğine etkisi  
Figure 1. Effects of gytjtja applications on soil pH, OM and lime content

Table 2. Effects of the application of gytjtja on soil properties  
Çizelge 2. Toprak özellikleri üzerine gıyda uygulamasının etkisi

Application	OM	CaCO <sub>3</sub>	pH	Ca	Mg	K	Mn	Fe	Cu	Zn
Control	3.20 <sup>a</sup> ±0.05	0.80 <sup>a</sup> ±0.09	5.12 <sup>a</sup> ±0.06	1020 <sup>a</sup> ±15	274 <sup>a</sup> ±6	105 <sup>a</sup> ±3.8	75 <sup>a</sup> ±1.2	60 <sup>a</sup> ±1.1	1.20±0.06	0.79±0.04
1%	3.55 <sup>b</sup> ±0.08	1.11 <sup>b</sup> ±0.08	5.70 <sup>b</sup> ±0.05	1850 <sup>b</sup> ±18	275 <sup>b</sup> ±4	108 <sup>b</sup> ±4.5	64 <sup>b</sup> ±1.1	50 <sup>b</sup> ±1.4	1.10±0.05	0.76±0.03
2%	4.08 <sup>c</sup> ±0.08	1.46 <sup>c</sup> ±0.08	6.24 <sup>c</sup> ±0.07	2221 <sup>c</sup> ±20	275 <sup>c</sup> ±5	110 <sup>c</sup> ±4.1	44 <sup>c</sup> ±1.0	40 <sup>c</sup> ±1.2	1.08±0.05	0.75±0.04
4%	4.71 <sup>d</sup> ±0.06	2.27 <sup>d</sup> ±0.09	6.73 <sup>d</sup> ±0.05	2902 <sup>d</sup> ±18	278 <sup>d</sup> ±5	109 <sup>d</sup> ±3.9	32 <sup>d</sup> ±1.1	35 <sup>d</sup> ±1.3	1.11±0.04	0.79±0.03
P	**	**	**	**	nd	nd	**	**	nd	nd

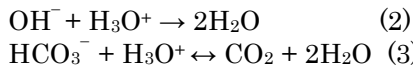
Values shown with the same symbol in the same column are not statistically different from each other at the p ≤ 0.05 level according to the Duncan test. OM; organic matter, P; probability, nd; non differences, \*\*p < 0.01, \*p < 0.05

The increase in pH, and organic matter and lime contents of acid soils can be attributed to the 52% lime and 45% OM contents of the gytjtja used in the experiment. When gytjtja containing lime is applied to acid soils, it reacts with water in the soil (reaction 1) to form Ca<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and OH<sup>-</sup> ions.

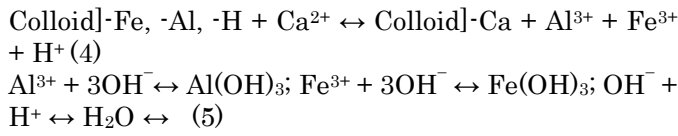


The formed OH<sup>-</sup> and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ions reacts with H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (H<sup>+</sup>), and causes a decrease in H ion concentrations in the soil solution, thus increasing the pH of acid soils (reaction 2 and 3).





At the same time, Ca ions formed by dissolving lime in acid soils can replace with exchangeable Al, Fe and H adsorbed on the surface of colloids (reaction 4), these acidic cations form different compounds with OH<sup>-</sup> ions (reaction 5).

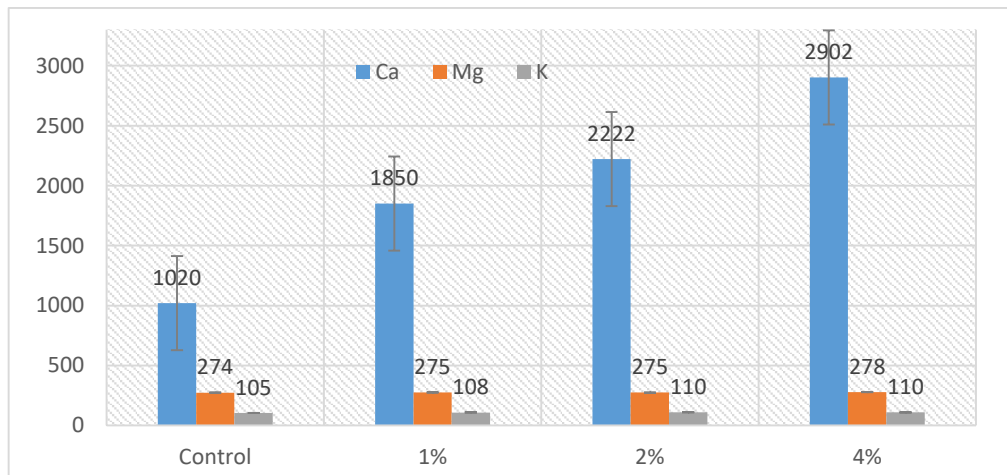


As seen in the above reactions, the application of gytjtja containing high amounts of lime to acidic soils not only contributes to neutralization of active acidity, but also to neutralization of potential acidity. At the same time, organic compounds in gytjtja contribute to the buffering and neutralization of acidic cations such as Fe, Al and H. The application of different types of organic residues to acid soils caused significant increases in soil pH and reduced the exchangeable acidity levels (Thakuria et al., 2016). Saltalı and Yıldırım (2016) pointed out that the gytjtja application to the alkaline soils caused an increase in lime and OM content of

soils. Korkmaz et al. (2017) observed that the pH value and lime content of acid soils increased with gytjtja application. Hence, gytjtja could be considered as one of the alternative materials for amelioration of soil acidity.

#### The effect of gytjtja on calcium, magnesium and potassium availability

The effects of gytjtja application to acidic soils on the exchangeable Ca, Mg and K contents of soils were given in Table 1. Depending on the application dose of gytjtja, the exchangeable Ca content of the soils increased and this increase was significant (p < 0.001). If the available Ca contents in soils is between 1150-3500 mg kg<sup>-1</sup>, it is considered sufficient (Alpaslan et al., 1998). With the application of gytjtja, the available Ca contents of the soils reached sufficient levels (Table 2 and Figure 2). However, the effect of the gytjtja application on the available Mg and K was found to be non-significant. This situation can be attributed to the fact that the gytjtja does not contain too much Mg and K (Table 2).



Şekil 2. Gıyda uygulamalarının değişebilir Ca, Mg ve K içeriğine etkisi  
 Figure 2. Effects of gytjtja applications on exchangeable Ca, Mg and K contents

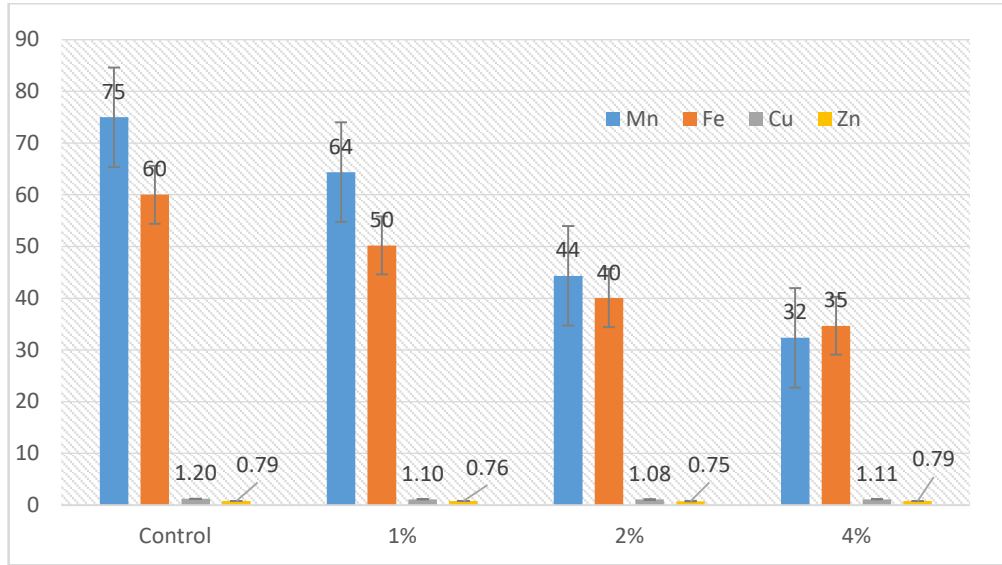
Increase in available Ca content of soils, as seen in reaction 1, it can be attributed to the formation of Ca ions by dissolving lime in an acidic environment. Demir (2014) reported that the application of gytjtja to the soils with varied pH values formed on different parent materials significantly increased the amount of exchangeable Ca in the soils.

#### The effect of gytjtja on available iron, copper, zinc and manganese contents

The effect of different dose of gytjtja application to acidic soils on available Fe, Cu, Zn and Mn contents of soils are given in Table 2 and Figure 3. The available Fe and Mn contents decreased depending on the gytjtja application dose, and this decrease was significant at p < 0.01. However, Zn and Cu contents were not

influenced by the treatments. This situation can be attributed to the fact that the concentrations of these elements are very low compared to the Fe and Mn contents, and their chemisorption on the Fe and Mn oxides. The plant uptake of these micronutrients can affect each other antagonistically in soils. Thus, micro elements with high concentrations in soils reduce the uptake by plant roots of nutrients with low concentrations (Mengel and Kirby, 2001).

The available concentrations of micro nutrients (Fe, Mn) of soils are largely dependent on the soil pH, lime and organic matter content. High pH value and lime content in soils increase the micronutrients adsorption by soil colloidal surfaces (Sparks, 1995), and reduce their solubility reactions by leading precipitation of hydroxide and carbonate compounds (Lindsay, 1979).



Şekil 3. Gidya uygulamalarının değişebilir Mn, Fe, Cu ve Zn içeriğine etkisi  
Figure 3. Effects of gytjtja applications on exchangeable Mn, Fe, Cu and Zn contents

The lime content of the gytjtja material used in this research is 52 % and the pH is 7.24. Many studies reported that with the addition of lime to acid soils, the available Fe and Mn contents decreased and their toxicity moderated as a function of treatment (Cumming, 1990; Aydın et al., 1997; Turan et al., 2002). If the available Fe concentration is much higher than 4.5 mg kg<sup>-1</sup>, which is accepted as the higher value (Lindsay and Norwell, 1978; FAO, 1990) differing degrees of toxic symptoms and/or nutritional disorders regarding the balance with the other elements may occur. The acid soils' available Fe concentrations is much higher than the recommended value (Tablo 2). It can be said that a similar situation is valid for the available Mn. Although the available Zn concentrations are sufficient in the studied soils, there may be a possibility of Zn deficiency in plants due to high Fe and Mn concentrations (Mengel and Kirby, 2001; Clark and Baligar, 2000; Rengel, 2015). Therefore, the reduction of the high Fe and Mn concentrations of the soils with the application of the gytjtja can be considered as a good agricultural practice.

### CONCLUSIONS and RECOMMENDATIONS

Gytjtja is a waste product which generated in the Afşin-Elbistan Thermal Power Plant. It has high organic matter and lime content. The application of gytjtja to acid soils significantly enhanced pH, organic matter, lime and exchangeable Ca content of soils. At the same time, the DTPA extractable Fe and Mn contents, which was high for many plants grown on acid soils, decreased depending on the application doses of gytjtja. The improvement of these soil properties is important in terms of the physico-chemical properties of the acid soils. These results suggested that gytjtja would be

considered as economically feasible and environmental friendly alternative material for amelioration of soil acidity. Moreover, gytjtja could be included into the "Regulation on organic, mineral and microbial sourced fertilizers used in agriculture" as an amelioration material for acid soils.

### Author's Contributions

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

### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

### LITERATURES

- Allison LE, Moodie CD 1965. Carbonate. In: Black C.A. (ed.) Methods of Soil Analysis:1389-1400. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Allison LE 1965. Organic carbon. In: Black C.A. (ed.) Methods of Soil Analysis:1367-1389. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Alpaslan M, Güneş A, İnal A 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No:1501. Ankara.
- Aydemir O 1985. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Erzurum.
- Aydın A, Sezen Y, Özgül M 1997. Asit Topraklara İlave Edilen Kirecin Toprakların Yarayışlı Zn Elverişliliğine ve Mısır Bitkisinin Zn Alımına Etkisi. I. Ulusal Çinko Kongresi 12-16 Mayıs, Eskişehir.
- Bayraklı F 1975. Bayburt ve Erzincan Ovaları ile Rize Bölgesi Topraklarının Fosfor Durumları Üzerine Bir Araştırma. A.Ü. Yayınları No.398, Erzurum.
- Cosgrove DJ 1967. Metabolism of organic phosphates in soil. p.216-226. In A.D. Soil biochemistry. Marcel

- Dekker, Inc. New York
- Chintala R, McDonald LM, Bryan WB 2012a. Effect of soil water and nutrients on productivity of Kentucky bluegrass system in acidic soils. *J Plant Nutr.* 35: 288-303.
- Clark RB, Baligar VC 2000. Acidic and alkaline soil constraints on plant mineral nutrition. In: R. E. Wilkinson (ed.) *Plant-Environment Interactions*. Marcel Dekker Inc, New York, pp: 133-177.
- Cumming RW 1990. Long-term effects of lime in extensive pasture areas of Australia. *Plant-soil interactions at low pH. Proceedings of the Second International Symposium on Plant-Soil Interactions at low pH.* 24-29 June, Beckly, West Virginia, USA.
- Demir ÖF 2014. Farklı Ana materyaller Üzerinde Oluşmuş Topraklarda Gıda ve Azot Uygulamalarının Kırmızıbiber (*Capsicum annum* L.) Gelişimine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 60 sy.
- Eltra GmbH 2009. Carbon/Sulfur Determinator. Instruction Manual. Mainstr. 85 Block 20 D-41469. Neuss, Germany.
- FAO 1990. Micronutrient, assessment at the country level: An international study. *FAO Soils Bulletin* 63. Rome
- Foy CD, Brown JC 1963. Toxic Factors in Acid Soils. I. Characterization of Aluminium Toxicity in Cotton. *Soil Sci. Amer. Proc.* 27: 403-407.
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1514, Ders Kitabı, 467, Ankara.
- Helmke PA, Sparks DL 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Calcium, in Sparks, D.L., (Ed) *Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA., Madison, WI, P:551-574.*
- KadioğluYK, Namlı A, Kadioğlu S, Kılınç CÖ, Akça MO 2015. EÜAŞ Afşin-Elbistan Havzası Linyit İşletmesinin Havza Araştırılmasının Jeolojik ve Jeofizik Yöntemlerle Organik ve İnorganik Bileşenlerin Belirlenmesi, IV. Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, K.Maraş
- Korkmaz K, Ergin MR, Akgün M, Saltalı K 2017. Effects of Gytija on Soil Properties, Leaf Nutrient Status and of Hazelnut Grown in Acid Soil. IX International Congress on Hazelnut. 15-19 August, Samsun, Turkey.
- Lindsay WL, Norvell WA 1969. Equilibrium relationships of Zn, Fe, Ca and H with EDTA and DTPA in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*33: 62-68
- Lindsay WL, Norvell WA 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42 (3): 421-428.
- Mengel K, Kirkby EA 2001. *Principles of Plant Nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 849 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-010-1009-2>
- Namlı A, Akça MO, Akça H 2017. EÜAŞ Afşin-Elbistan Havzası Kışlaköy Linyit İşletmesinde Bulunan Organik Materyallerin Tarımda Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi, *Toprak Su Dergisi Özel Sayı:* 46-54.
- Özyazıcı MA, Dengiz O, Aydoğan M 2013. Çay yetiştirilen tarım topraklarının reaksiyon değişimleri ve alansal dağılımları. *Toprak Dergisi, Cilt 2, Sayı 1:* 23-29.
- Özyazıcı G 2014. Asit Toprakta Yetişen Fındık (*Corylus avellana* L.)'ta Kireç ve Şeker Sanayi Atığı Şlamin Verim ve Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1 (2),*176-185.
- Rengel Z 2015. Availability of Mn, Zn and Fe in the rhizosphere. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 15 (2):* 397-409.
- Rhoades J D 1999). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved gasses. p. 417-437. In D.L. Sparks (ed.) *Methods of soil analysis. Part 3. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI.*
- Saltalı K, Yıldırım Ö 2016. Kuru koşullarda çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) yetiştiriciliğinde gıda uygulamasının bazı toprak ve bitki özelliklerine etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 19 (1):* 84-90.
- Saltalı K, Korkmaz K 2015. Gıda organomineral toprak düzenleyicisi olarak değerlendirilebilir mi? 4. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Bildiri Özet Kitabı, s: 15. 01-04 Eylül 2015, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Sparks DL 1995. *Environmental Soil Chemistry*. Academic Press. San Diego, California, USA.
- SPSS Inc. Released 2009. *PASW Statistics for Windows, Version 18.0*. Chicago: SPSS Inc.
- Thakuria, D., Hazarika, S., Krishnappa, R. 2016. Soil Acidity and Management Options. *Indian Journal of Fertilisers, Vol. 12 (12):* 40-56.
- Thomas G W 1996. Soil pH and Acidity. (*Methods of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3. Madison, WI., USA: Ed. Sparks, D.L.)* 475-491.
- Turan M, Sezen Y, Aydın A 2002. Effect of Different Doses of Lime Material on Soil Properties and Growth of Spinach (*Spinacia oleracea*). *International Conference on Sustainable Land Use and Management "Sharing Experiences Sustainable Use of Natural Resources"*10-13 June2002, Çanakkale-Turkey
- Usta S 1995. *Toprak Kimyası*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1387, Ders Kitabı: 401, Ankara
- Van Zwieten L, Singh B, Joseph S, Kimber S, Cowie A, Yin Chan K 2009. Biochar and emissions of non-CO<sub>2</sub> greenhouse gases from soil. *Biochar for Environmental Management*. VA, USA: Earthscan: London Sterling.

## CHAID Algoritması ile Üyelerin Tarımsal Örgütlerin Genel Kurul Toplantısına Katılımını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Iğdır İli Örneği

Bakiye-KILIÇ TOPUZ<sup>1,4</sup>, Ecevit-EYDURAN<sup>2</sup>, Y.Erdal-ERTÜRK<sup>3</sup>, Mehmet-BOZOĞLU<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup>Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Iğdır, Türkiye, <sup>2</sup>Iğdır Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Iğdır, Türkiye, <sup>4</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun, Türkiye.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-3607-4306>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7200-982X>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-9892-6797>  
<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-8333-1865>

✉: bakiyekilio@hotmail.com

### ÖZET

Araştırmanın amacı, tarımsal örgüt üyelerinin genel kurul toplantılarına katılımlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesidir. Araştırmanın birincil verileri, Iğdır ilinde faaliyet gösteren tarımsal örgütlere üye olan çiftçiler arasından basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre seçilen 155 çiftçiyle yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Üyelerin genel kurul toplantılarına katılımlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesinde, 10 çapraz geçerlilik temelinde CHAID algoritmasından yararlanılmıştır. Bu sınıflandırma algoritmasının uygunluğu, duyarlılık, özgüllük, doğruluk oranları ve ROC eğrisi altında kalan alan gibi model değerlendirme ölçütleri ile belirlenmiştir. Algoritma sonuçları üyelerin genel kurul toplantılarına katılım durumlarını tarımsal örgütlere olan bağlılık, arazi miktarı ve tarımsal örgüt-işletme arası mesafenin istatistiksel olarak etkilediğini ortaya koymaktadır. Üyelerin genel kurul toplantılarına katılımlarının artırılabilmesi için; örgütlere olan bağlılıklarının artırılması ve tarımsal örgüt-işletme arası mesafenin en fazla 15 km olması gerekli görülmektedir. Sonuç olarak, tarımsal örgüt üyelerinin genel kurul toplantılarına katılım karakterizasyonu bakımından CHAID algoritmasının kullanılması önerilebilir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 13.04.2021

Kabul Tarihi : 27.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

Regresyon ağacı  
CHAID algoritması  
Tarımsal örgütlenme  
Genel kurul toplantısı  
Iğdır

## Determination of Factors Affecting Participation of The Members in The General Assembly Meeting of Agricultural Organizations Using CHAID Algorithm: Iğdır Province Example

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the factors influencing the farms' participation to general assembly. The primary data of this study was obtained via the face to face questionnaires from the selected 155 members of the agricultural organizations operating in Iğdır province using the simple random sampling method. CHAID algorithm was utilized in determination of the factors influencing the farms' participation to general assembly on the basis of ten cross-validation. Suitability of the classification algorithm was established by model evaluation criteria i.e. sensitivity, specificity, accuracy rates and area under ROC curve. The classification algorithm results revealed that the total cohesion score of members to their organizations, amount of land of members, and the distance of the business to the organizations had statistically effects on the participation to general assembly. In order to increase the participation of the general assembly meetings, it is deemed to necessary to increase their cohesion levels to their organizations and should be maximum 15 km of the distance between members-organizations. As a result, it is recommended to use the CART algorithm in the characterization of members of agricultural organization in general assembly meetings.

### Research Article

#### Article History

Received : 13.04.2021

Accepted : 27.05.2021

#### Keywords

Regression tree  
CHAID algorithm  
Agricultural organization  
General assembly meeting  
Iğdır



**Atıf İçin:** Kılıç Topuz B, Eyduran E, Ertürk YE, Bozoğlu M 2022. CHAID Algoritması ile Üyelerin Tarımsal Örgütlerin Genel Kurul Toplantısına Katılımını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Iğdır İli Örneği. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 380-391. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.915325>.

**To Cite:** Kılıç Topuz B, Eyduran E, Ertürk YE, Bozoğlu M 2022. Determination of factors affecting participation of the members in the general assembly meeting of agricultural organizations using CHAID Algorithm: Iğdır province example. KSU J. Agric Nat 25 (2): 380-391. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.915325>.

## GİRİŞ

Tarım sektöründe sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi, üreticilerin sorunlarına çözüm bulabilmesi, ekonomik ve sosyal açıdan refah seviyelerinin artırılabilmesi için örgütlü olmaları kaçınılmazdır.

Tarımsal örgütler, çiftçiler tarafından piyasada güçlerini ve gelirlerini artırmak için oluşturulan örgütlerdir (Fulton ve Hueth, 2009). Türkiye’de tarım sektöründeki üreticiler, ekonomik ve sosyal amaçlı örgütler ile mesleki amaçlı örgütlerin çatısı altında bir araya gelmektedirler. Ekonomik ve sosyal amaçlarla tarım kooperatifleri, tarımsal üretici birlikleri, yetiştirici birlikleri, sulama birlikleri ve tarımsal vakıflar şeklinde örgütlenme modelleri kurulurken, mesleki amaçlarla ziraat odaları ve çiftçi dernekleri çatısı altında bir araya gelmektedir. Türkiye’de çeşitli tarım konularında faaliyet göstermek üzere kurulan 14,457 adet tarımsal örgüt olup, bu örgütlere 10,123,745 çiftçi üyedir (TRGM, 2021).

Örgütlerin işleyişi ve sürdürülebilirliği için üyelerin örgütlere aktif katılımı gerekmektedir. Demokratiklik ilkesi kooperatif işletmelerin başlangıcından bugüne kooperatiflerin başarısı için temel unsur olmuştur (Spear, 2004; Österberg ve Nilsson, 2009). Çiftçiler üyelikleri ile ilgili çeşitli kararlar almaktadırlar. Bu kararlar, çiftçinin üye olmak için öncelikle ekonomik faktörleri ön planda tutmasıyla ve kooperatifin müşterisi olmaya karar vermesiyle ilgilidir. Üyelerin aldığı kararlardan biri de genel kurul toplantılarına katılmak ve seçimlerde ve önemli kararlarda oy kullanmak ile ilgilidir. Ayrıca, üyeler kooperatifin yönetim kurulu, denetim kurulu ve karar alma organlarına aktif olarak katılmasıyla ilgili de karar almaktadırlar (Cechin ve ark. 2013). Genel kurul toplantısı olağan ve gerektiğinde olağanüstü olarak yapılmaktadır. Olağan genel kurul toplantıları, yönetim kurulunun hazırlayacağı gündeme göre ve anasözleşmelerde belirtilen usul ve esaslara uymak şartıyla, her yıl hesap dönemi sonundan itibaren 6 ay içinde ve en az yılda bir defa yapılması zorunlu olan toplantılardır (RG, 1969). Üretici örgütlerinin üyeler tarafından kontrol edilen demokratik örgütler olmasından dolayı üyelerin genel kurulda alınacak kararlara ve politikaların oluşturulmasına aktif olarak katılmaları önem arz etmektedir. Tarımsal örgütlerde yapılan olağan genel kurul toplantıları tüm üyelere açıktır. Bir tarımsal örgütün demokratik olarak yönetilebilmesi ve denetlenebilmesi, üyelerin genel kurul toplantılarına yeterince ve etkin bir şekilde katılımıyla yakından ilgilidir (Turan, 1992;

Karlı ve Çelik, 2003; Mülayim, 2010; Kılıç Topuz, 2017). Fakat çiftçiler, örgütlerin yönetimine katılmakta farklı davranışlar göstermektedirler. Bazı çiftçiler genel kurul toplantılarına hiçbir zaman katılmazken, bazıları nadiren, bazıları ise sürekli katılabilirler. Çiftçilerin genel kurul toplantılarına katılıp (aktif) katılmamaları (pasif) için çeşitli nedenleri bulunmaktadır (Cechin ve ark. 2013).

Literatürde tarımsal örgütlerde üyelerin yönetime katılmaları üzerine çeşitli araştırmalara rastlanılmaktadır (Ertan ve Turan, 2001; Laursen ve ark. 2008; Österberg ve Nilsson, 2009; Didier ve ark. 2012; Cechin ve ark. 2013; Everest ve Yercan, 2016; Yercan ve Kınıklı, 2018). Tarımsal kooperatif ve örgütlerde üyelerin genel kurullara katılımını etkileyen faktörler konusunda ise sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır (Laursen ve ark. 2008; Didier ve ark. 2012; Cechin ve ark. 2013; Everest ve Yercan, 2016; Yercan ve Kınıklı, 2018). Laursen ve ark. (2008) Danimarka tarım kooperatiflerinde 168 çiftçi ile yaptığı araştırmasında memnuniyet ile üyelerin genel kurul toplantılarına katılmaları arasında güçlü ve pozitif yönlü bir korelasyon belirlemiştir. Didier ve ark. (2012) Fransa tarım kooperatiflerinde 259 çiftçi ile yaptığı araştırmasında regresyon yöntemini kullanarak, duygusal bağlılığın üyelerin güveni ve kooperatif yönetimine katılmaları arasında ilişki olduğunu tespit etmiştir. Cechin ve ark. (2013) Brezilya tarım kooperatiflerinde 148 çiftçi ile yaptığı araştırmasında multinominal logit regresyon yöntemini kullanarak, genel kurul ve yönetim kuruluna katılan ortakların kooperatiflerin stratejileri, politikaları ve projelerini etkileme imkanına sahip olduklarını belirlemiş ve örgütlerin sürdürülebilirliği için ekonomik motivasyonun genel kurul toplantılarına katılımın itici gücü olduğunu vurgulamaktadır. Everest ve Yercan (2016) Balıkesir Bölge Birliği tarım kredi kooperatiflerinde 367 kooperatif ortağı ile yaptığı araştırmasında lojistik regresyon yöntemini kullanarak, ortakların genel kurul toplantılarına katılmalarında etkili olan değişkenleri ortaklık yılı, tarımsal toplantılara katılma durumu ve kooperatif yönetiminde yönetim kurulunun etkili olduğunu düşünmeleri olarak tespit etmişlerdir. Yercan ve Kınıklı (2018) İzmir ilinde 142 kooperatif ortağı ile yaptığı araştırmasında ise lojistik regresyon yöntemini kullanarak, ortakların yönetime katılım düzeylerinin düşük olmasına karşın, ileride yönetimde görev almada istekliliklerinin daha genç ve eğitim seviyesi daha yüksek ortaklarda arttığını belirlemişlerdir. Yapılan literatür taraması

sonucunda, tarımsal örgüt üyelerinin genel kurul toplantılarına katılmalarında CHAID algoritması yönteminin daha önce kullanılmadığı ve Iğdır ilinde de bu konuda araştırma yapılmadığı belirlenmiştir. Bu makalenin amacı, Iğdır ilindeki tarımsal kooperatif ve birlik üyelerinin genel kurul toplantılarına katılım durumlarını ve katılmalarına etkili faktörleri belirlemektir.

## MATERYAL ve METOD

Iğdır ilinde 2 tarımsal kalkınma kooperatifi, 4 tarım kredi kooperatifi, 1 tarımsal üretici birliği, 3 yetiştirici birliği ve 1 ziraat odası olmak üzere toplam 11 adet tarımsal örgüt ve bu örgütlere üye 11,532 çiftçi bulunmaktadır (Anonim, 2021). Araştırmanın ana materyalini; Iğdır ilinde bulunan Gaziler ve Bulakbaşı Köyü Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri (TKK), Arı Yetiştiricileri Birliği (AYB) ve Damızlık Koyun Keçi Yetiştiricileri Birliği (DKKYB) üyelerinden elde edilen veriler oluşturmaktadır.

## Örnekleme Yöntemi

Örnek sayısının tespiti Basit Tesadüfi Örnekleme

Çizelge 1. Örneklem dağılımı

Table 1. Sample distribution

Tarımsal örgüt adı	Üye sayısı	Örneklem sayısı	%
AYB	232	85	54.8
DKKYB	150	55	35.5
TKK (Gaziler ve Bulakbaşı Köyleri)	91	15	9.7
Toplam	473	155	100.0

İkincil veriler ise konu ile ilgili yayınlanmış yerli ve yabancı literatür, diğer araştırmacıların çalışmaları, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Tarım İl Müdürlüğü kayıtları, konuyla ilgili diğer yazılı materyaller ve internet ortamından temin edilmiştir.

Örneklem sayısının yeterliliği, Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterliliğinin Ölçümü (KMO, Measure of Sampling Adequacy) ve Bartlett's testiyle, anket çalışmasının güvenilirliği ise Güvenilirlik (Reliability) Analizi ile test edilmiştir. Bu araştırmada KMO değeri 0.900 olup, örneklemin yüksek derecede yeterli olduğu, Cronbach Alpha değeri ise 0.919 olup, araştırmanın yüksek derecede güvenilir olduğu belirlenmiştir.

## İstatistik Analizler

Bağımlı değişken ölçek olarak en az sıralı değişken olması durumunda, iki ya da daha fazla grubun rank ortalamalarına ilişkin hipotezin kontrol edilmesinde tek yönlü varyans analizinin non-parametrik karşılığı olan Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır (Gamgam ve Altunkaynak, 2008). Değişkenler arası ilişkilerin düzeyini ve yönünü belirlemede ise Spearman

yöntemine göre aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Cochran, 1963).

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}} \quad n_0 = Z^2 \times [(p \times q) / d^2] \quad (1)$$

Formülde (1); n: örnek hacmi, n<sub>0</sub>: sonlu düzeltme faktörünün 1'e eşit olduğu durumdaki örnek hacmi, N: ana kütleye dâhil ortak sayısı (473), d: ortalamadan izin verilen hata payı (%5), p: ortalamadan daha küçük değerlerin meydana gelme ihtimali (0.5), q: ortalamadan daha büyük değerlerin meydana gelme ihtimali (1-p=0.5), Z: standart normal dağılım tablosunda istenen güven derecesi (%90), Z<sub>tablo</sub>= 1.96 olarak gerçekleşmektedir. Araştırmada ortalamadan izin verilen hata payı %5 olup, %90 güven aralığında örnek hacmi 155 olarak hesaplanmıştır. Örnek sayısı bu şekilde belirlendikten sonra, örnek hacminin kooperatiflere dağılımı oransal olarak yapılmıştır (Çizelge 1). Araştırmanın birincil verileri, Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemine göre seçilen 155 üye ile Eylül-Ekim-Kasım 2019 tarihleri arasında yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir.

korelasyon katsayıları kullanılmıştır.

Regresyon ve sınıflandırma tipi problemlerin çözümlenmesinde, CART, CHAID ve MARS veri madenciliği algoritmalarının kullanımı son yıllarda önem kazanmaktadır (Akin ve ark. 2017a, 2017b, 2018; Kovalchuk ve ark. 2017; Gozuacik ve ark. 2018; Kovalchuk ve ark. 2018; Eyduvan ve ark. 2019; Akin ve ark. 2020; Iqbal ve ark. 2021; Fatih ve ark. 2021; Tyasi ve ark. 2021).

CHAID algoritması, heterojen veriden yola çıkarak homojen alt gruplar oluşturana kadar tekrarlamalı bölünmeye devam eden bir ağaç yapısı oluşturmaktadır. Kass (1980) tarafından geliştirilen CHAID algoritmaları kök düğümden başlayarak yinelemeli olarak homojen düğümler oluşturmaktadır. Genel kurula katılıp katılmama bakımından CHAID algoritması kullanılarak sınıflandırma ağacı oluşturulmuştur. Aşırı uyum durumunun olup olmadığını değerlendirmek için çapraz geçerlilik (cross-validation) 10 olarak alınmıştır. Genel doğru sınıflandırma oranı (1-Resubstitution risk tahmini) ile çapraz geçerlilik doğru sınıflandırma oranının (1-çapraz geçerlilik risk tahmini) birbirine yakın olması aşırı uyum probleminin olmadığı anlamına gelmektedir. CHAID

algoritmasının sınıflandırma performansı artırmak için minimum ebeveyn ve çocuk düğüm sayıları 10:5 olarak ayarlanmıştır.

CHAID algoritmasının sınıflandırma performansını değerlendirmek için (Çizelge 2) genel doğru sınıflandırma oranı, Sensitivity, Specificity uyum iyiliği ve ROC eğrisi altında kalan alan ölçütleri kullanılmıştır (Alpar, 2012).

$$\text{Genel sınıflandırma oranı (\%)} = \frac{A+D}{A+B+C+D} \quad (2)$$

$$\text{Sensitivity oranı (\%)} = \frac{A}{A+C} \quad (3)$$

$$\text{Specificity oranı (\%)} = \frac{B}{B+D} \quad (4)$$

Çizelge 2. Sınıflandırma tablosu

Table 2. Classification table

Gözlenen	Tahmin	
	GKatılmayan	GKatılan
GKatılmayan	A	C
GKatılan	B	D

CHAID analizinde, bağımlı değişken olarak, tarımsal örgüt üyelerinin genel kurul toplantılarına katılma durumları (GENKURK) esas alınmıştır. Araştırmanın bağımsız değişkenlerini ise üyelerin medeni hali (MEDHAL), asıl işi (ASILIS), geçmişte örgütler ile olumsuz deneyim yaşama durumu (OLUMSUZD), tarımsal örgütte düzenlenen eğitime katılma durumu (EGITIMKAT), üretici örgütlenmesinin ne olduğunu bilmesi (ORGUTNM), yaşı (YAS), eğitimi (EGITIM), tarımsal geliri (TARGELIR), arazi miktarı (ARAZI), tarımsal örgüte olan bağlılığı (BAGLILIK), tarımsal örgüte üyelik süresi (UYESURE) ve tarımsal örgüte olan uzaklığı (MESAFE) oluşturmaktadır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Tarımsal Örgüt Üyelerinin Sosyo-Ekonomik Özellikleri

Araştırma kapsamında incelenen birlik/kooperatif üyelerinin sosyo-demografik ve ekonomik özellikleri Çizelge 3'de verilmektedir. Tarımsal örgüt üyelerinin sosyal güvencesi, hane halkı sayısı, eğitim seviyesi, asıl işi ve tarımsal gelirlerinin en az bir tarımsal örgüt grubunda farklı olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Araştırmada incelenen üyelerin %98.7'si erkek, %1.3'ü kadınlardan oluşmaktadır. Araştırmada incelenen kadın birlik üyelerinin de tamamı AYB üyeleridir. Üyelerin ortalama yaşı 49'dur ve %89.7'si evli, %10.3'ü ise bekarıdır. Birlik ve kooperatif üyelerinin %13.5'inin herhangi bir sosyal güvencesi bulunmamakla birlikte, sosyal güvencesi olmayan üyelerin büyük çoğunluğunu koyun keçi yetiştiricileri oluşturmaktadır. Şöyle ki, DKKYB üyelerinin %25.5'inin herhangi bir sosyal güvencesi yoktur ve yarısının da (%49.1) sosyal güvencesi yeşil

karttır. İncelenen işletmelerde ortalama hane halkı büyüklüğü 5.52 kişidir ve en fazla hane halkı 6.75 kişi ile DKKYB üyelerinde bulunmaktadır. Üyeler ortalama 7.54 yıllık eğitime sahiplerdir. Üyelerin %8.4'ü okur-yazar bilmezken, %3.9'u sadece okur-yazardır. Üyelerin %41.3'ünün eğitim seviyesi ilkokuldur. Tarımsal örgüt bazlı incelendiğinde ise AYB üyeleri 9.66 yıl ile en yüksek, DKKYB 4.80 yıl ile en düşük eğitim seviyesine sahip üyelerdir. DKKYB üyelerinde okur-yazar olmayanların (%14.5) ve sadece okur-yazar olanların (%9.1) oranı da oldukça yüksektir. Üyelerin %76.8'inin asıl işi çiftçilik olmakla birlikte, %13.5'i memur, %4.5'i esnaf, %3.2'si işçi, %1.9'u da emeklidir. Memur üyelerin oranı %23, ile en fazla AYB'de bulunmaktadır. Bu oranın yüksek olmasının sebebi Iğdır ilinde arı yetiştirmenin oldukça yaygın olması ve ilde memur olarak görev yapanların da bal üretimi yapmasından kaynaklanmaktadır. Ortalama 22 yıldır tarımla uğraşan birlik ve kooperatif üyelerinin yıllık ortalama tarımsal gelirleri 53,214 TL, ortalama toplam gelirleri ise 71,448 TL'dir. Tarımsal geliri en fazla olan üyeler DKKYB üyeleri iken, en az olan üyeler AYB üyeleridir. Kaya ve ark. (2019) tarafından Ağrı ve Eskişehir illerinde yapılan araştırmada ortalama 52 yaşında olan çiftçilerin, 5.96 yıl eğitim seviyesine sahip ve 30 yıl tarımsal deneyimleri olduğu belirlenmiştir. Değer ve ark. (2020) tarafından Muğla ilinde yapılan araştırmada ise ortalama 46 yaşında olan çiftçilerin, 6.85 yıl eğitim seviyesine sahip ve 23 yıl tarımsal deneyimleri olduğu belirlenmiştir.

### Tarımsal Örgüt Üyelerinin Genel Kurul Toplantılarına Katılımları

Tarımsal örgütler demokratik olarak yönetilmesinden dolayı yapılan genel kurul toplantıları tüm üyelere açık olarak gerçekleştirilmektedir. Araştırmada üyelerin genel kurul toplantılarına katılma durumları üye olunan tarımsal örgüte göre anlamlı farklılık göstermekte olup ( $p<0.01$ ), üyelerin genel kurul toplantılarına katılma oranlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Şöyle ki, üyelerin %60'ı hiçbir zaman genel kurul toplantılarına katılmamıştır. Üyelerin %22.6'sı bazen, %6.5'i genellikle ve sadece %11'i her zaman genel kurul toplantılarına katılmaktadırlar (Çizelge 4). Kılıç Topuz (2017) tarafından yapılan araştırmada üyelerin %39'u birlik genel kuruluna hiç katılmazken, %15.2'sinin bazen, %18.3'ünün genellikle ve %26.4'ünün her zaman katıldığını belirlemişlerdir. Tarımsal kalkınma kooperatiflerinde genel kurullara katılım oranları Acar ve Yıldırım (2000)'in Van ilindeki araştırmasında %87, Kurtaslan ve Doğaner (2004)'in Aydın ilindeki araştırmasında ise %34 olarak tespit edilmiştir. Terin ve ark (2010)'nin Kırklareli'nde yaptığı araştırmasında bu oran %97.7 iken, Kılıç (2011)'in Samsun ilinde yaptığı araştırmasında

%87.4'dir. Ertan ve Turan (2001)'in GÜLBİRLİK ortakları ile yaptığı araştırmasında ortakların genel kurula katılım oranını %57.14, Doğan (2011)'in Tokat ilinde üretici birlik üyeleriyle yaptığı araştırmada ise bu oran sadece %38 olarak belirlenmiştir. Buradan, Van, Aydın, Kırklareli, Samsun, Isparta ve Tokat illerine göre Iğdır ilinde üyelerin genel kurul toplantılarına katılım durumlarının oldukça düşük olduğu söylenebilir. Laursen ve ark. (2008) tarafından

Danimarka tarım kooperatiflerinde yapılan araştırmada kooperatif üyelerinin %41.7'sinin hiçbir zaman, %9.5'inin nadiren, %12.5'inin bazen, %17.9'unun sık sık, %18.5'inin ise her zaman, Cechin ve ark. (2013) tarafından Brezilya tarım kooperatiflerinde yapılan araştırmada ise ortakların %10.1'inin hiçbir zaman, %47.3'ünün bazen, %42.6'sının ise her zaman genel kurul toplantılarına katıldıkları belirlenmiştir.

Çizelge 3. Üyelerin sosyo-demografik ve ekonomik özellikleri

Table 3. Socio-demographic and economic characteristics of members

Sosyo-demografik-ekonomik özellikler		AYB		DKKYB		TKK		Toplam	
		Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)
Cinsiyet	Kadın	2	2.4	-	-	-	-	2	1.3
	Erkek	83	97.6	55	100.0	15	100.0	153	98.7
	Toplam	85	100.0	55	100.0	15	100.0	155	100.0
Yaş		47.4		49.8		57.2		49.2	
Medeni durum	Bekar	9	10.6	6	10.9	1	6.7	16	10.3
	Evli	76	89.4	49	89.1	14	93.3	139	89.7
	Toplam	85	100.0	55	100.0	15	100.0	155	100.0
Sosyal Güvence**	Yok	7	8.2	14	25.5	-	-	21	13.5
	Yeşil kart	3	3.5	27	49.1	5	33.3	44	28.4
	SGK	35	41.2	6	10.9	3	20.0	31	20.0
	BAĞKUR	18	21.2	8	14.5	5	33.3	22	14.2
	Emekli Sandığı	21	24.7	-	-	-	-	35	22.6
	Diğer	1	1.2	-	-	1	6.7	2	1.3
	Toplam	85	100.0	55	100.0	15	100.0	155	100.0
Hane halkı***	Kadın	2.26		3.05		3.00		2.61	
	Erkek	2.41		3.71		2.80		2.91	
	Toplam	4.67		6.75		5.80		5.52	
Eğitim durumu***	Eğitim (yıl)***	9.66		4.80		5.60		7.54	
	Okur-yazar değil	3	3.5	8	14.5	2	13.3	13	8.4
	Okur-yazar	1	1.2	5	9.1	-	-	6	3.9
	İlkokul	22	25.9	35	63.6	7	46.7	64	41.3
	Ortaokul	14	16.5	3	5.5	4	26.7	21	13.5
	Lise	24	28.2	1	1.8	2	13.3	27	17.4
	Üniversite	21	24.7	3	5.5	-	-	24	15.4
Toplam	85	100.0	55	100.0	15	100.0	155	100.0	
Asıl iş***	Çiftçi	53	62.4	52	84.5	14	93.3	119	76.8
	İşçi	2	2.4	2	3.6	1	6.7	5	3.2
	Memur	20	23.5	1	1.8	-	-	21	13.5
	Esnaf	7	8.2	-	-	-	-	7	4.5
	Emekli	3	3.5	-	-	-	-	3	1.9
	Toplam	85	100.0	55	100.0	15	100.0	155	100.0
Gelir	Tarımsal Gelir (TL/Yıl)***	40,416		69,654		64,600		53,214	
	Tarım Dışı Gelir (TL/Yıl)	26,810		9,127		3,600		18,234	
	Toplam Gelir (TL/Yıl)	67,226		78,781		68,200		71,448	
Tarımsal deneyim (yıl)		17.7		28.8		29.0		22.7	

\* p<0.10; \*\* p<0.05; \*\*\* p<0.01

Kooperatif ve birlik üyelerinin genel kurul toplantılarına katılmama sebepleri incelendiğinde (Çizelge 4), en önemli sebep olarak şehir dışında bulunmaları gösterilmiştir. Diğer önemli sebepler ise sırasıyla, zaman olmaması, genel kurul toplantısına çağrılmamak, genel kurul ile ilgilenmeme, başkana

güvenmemek ve örgütten hiçbir fayda görmemesidir. AYB üyelerinde şehir dışında olma, DKKYB üyelerinde genel kurula çağrılmama, TKK üyelerinde ise kooperatif başkanına güvensizlik üyelerin genel kurul toplantılarına katılmamalarında en önemli etkenlerdir. Kılıç Topuz (2017) ve Yercan



ve Kınıklı (2018) tarafından yapılan araştırmalarda da üyelerin genel kurul toplantılarına katılmama sebepleri benzerlik göstermektedir. Kılıç Topuz (2017) çalışmasında Türkiye'deki tarımsal örgütlerde üyelerin genel kurul toplantılarına katılımlarının artırılabilmesi için; örgüt yönetiminin üyelerin

tamamına ulaşarak genel kurul toplantılarına katılımlarının sağlanması gerektiğini, genel kurul toplantılarının üyelerin işlerinin daha az olduğu zamanda ve ilçe merkezine gittiği günlerde ve uygun saatte yapılması gerektiği önerilmektedir.

Çizelge 4. Üyelerin genel kurul toplantılarına katılma durumları ve katılmama sebepleri

Table 4. Participation status of the members in general assembly meetings and causes not to participate

	AYB		DKKYB		TKK		Toplam	
	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)
Genel kurula toplantılarına katılma durumları***								
Hiçbir zaman	40	47.1	45	81.8	8	53.3	93	60.0
Bazen	24	28.2	6	10.9	5	33.3	35	22.6
Genellikle	8	9.4	1	1.8	1	6.7	10	6.5
Her zaman	13	15.3	3	5.5	1	6.7	17	11.0
Toplam	85	100.0	55	100.0	15	100.0	155	100.0
Genel kurul toplantılarına katılmama sebepleri								
Fikri yok	6	-	12	-	2	-	20	15.6
Şehir dışında bulunma	30	-	21	-	1	-	52	40.6
Zamanım yok	21	-	2	-	1	-	24	18.7
Genel kurula çağırılmama	6	-	12	-	-	-	18	14.0
Genel kurulla ilgilenmeme	3	-	7	-	2	-	12	9.3
Kooperatif/birlik başkanına güvenmeme	-	-	-	-	7	-	7	5.4
Mesafenin uzak olması	-	-	-	-	1	-	1	0.7

\*\*\* p<0.01

### Tarımsal Örgüt Üyelerinin Genel Kurul Toplantılarına Katılmalarına Etkili Faktörler

Araştırma kapsamında ele alınan genel kurula katılma durumunu etkileyen faktörlere ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5'de verilmektedir. Araştırmada tarımsal örgüt üyelerinin genel kurul toplantılarına katılımlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Şöyle ki, üyelerin son yıl yapılan genel kurul toplantılarına katılım oranı sadece %17 olup, %83'ü katılım sağlamamıştır. Araştırmada görüşülen tarımsal örgüt üyelerinin ortalama yaşları 49 olup, % 89.7'si evlidir. Ortalama eğitim seviyeleri 7.54 yıldır ve 53 bin TL'lik yıllık tarımsal gelire sahiptirler. Üyelerin ortalama arazi varlığı 50 dekadır ve incelenen işletmelerin ortalama arazi varlığı Türkiye ortalaması olan 61 dekadardan düşüktür. Araştırma kapsamında görüşülen tarımsal kooperatif ortağı veya birlik üyelerinin %77'sinin asıl işi çiftçiliktir. Tarımsal örgütlere 7.44 yıldır üye olan üreticilerin işletmeleri ile tarımsal örgütleri arası mesafe ortalama 20 km'dir. Tarımsal örgütlerine orta düzeyde bağlı olan üyelerin %12'si geçmişte tarımsal örgütleri ile olumsuz bir deneyim yaşamıştır. Üyelerin birlik veya kooperatif tarafından düzenlenen eğitime katılma oranı %30, üretici örgütlenmesi tanımını bilme oranı ise %55 olarak tespit edilmiştir. Kaya ve ark. (2019) tarafından yapılan araştırmada Ağrı ilindeki çiftçilerin yarısının, Eskişehir ilindeki çiftçilerin %76'sının ve genel olarak çiftçilerin %63'ünün kooperatifçilik kavramının ne olduğunu

bildiği, %37'sinin ise bilmediği tespit edilmiştir. Değer ve ark. (2020) tarafından Muğla ilinde yapılan araştırmada ise çiftçilerin %73'ünün kooperatifçilik kavramının ne olduğunu bildiği, %27'sinin ise bilmediği belirlenmiştir. Buradan Iğdır ili ve Ağrı ilindeki çiftçilerin kooperatifçilik ve örgütlenme kavramlarını bilme durumlarının benzer, batı bölgedeki çiftçilerden ise düşük olduğu söylenebilir. Şahin ve ark. (2013) tarafından yapılan araştırmada ise Türkiye'deki tarımsal kalkınma kooperatifleri ortaklarının son yapılan genel kurul toplantılarına katılma oranları %80.9 olarak oldukça yüksek belirlenmiştir. Kılıç Topuz, (2017) tarafından yapılan araştırmada ise üyelerin tarımsal örgütlerin genel kurul toplantılarına katılmaları örgütlerine olan güvenlerini artırdığı belirlenmiştir. Cechin ve ark. (2013) tarafından Brezilya tarım kooperatiflerinde yapılan araştırmada üyelerin genel kurul toplantılarına katılımlarını daha iyi fiyat ve teknik danışmanlık faktörlerinin pozitif yönlü etkilediği belirlenmiştir.

Oluşturulan CHAID sınıflandırma algoritması için Re-substitution (0.129) ve cross-validation (0.226) risk tahminlerinin birbirine yakın olması aşırı uyum probleminin olmadığını bir göstergesidir (Çizelge 7). ROC eğrisi altında kalan alan 0.889 olarak bulunmuştur (p<0.01). Bu bilgiler ışığında CHAID algoritmasının sınıflandırma performansının iyi olduğundan bahsedilebilir (Şekil 1).

CHAID algoritması, genel kurul toplantılarına

katılmayanların (sensitivity) %89.8'ini, genel kurula katılanların (specificity) % 74.1'ini doğru sınıflandırmıştır. Bu algoritma, Genel kurul

toplantısını katılan ve katılmayanları ise %87.1'i doğru sınıflandırmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 5. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri

Table 5. Descriptive statistics of variables

Değişkenler	Değişkenlerin tanımı	n	%
<b>Bağımlı Değişken</b>			
GENKURK	Genel Kurul toplantısına katılmayanlar	27	17.5
	Genel Kurul toplantısına katılanlar	128	82.5
<b>Bağımsız Değişkenler</b>			
<b>Kategorik değişkenler</b>		<b>n</b>	<b>%</b>
MEDHAL	Bekâr	16	10.3
	Evli	139	89.7
ASILIS	Çiftçi	119	76.8
	Diğer	36	23.2
OLUMSUZD	Olumsuz deneyim yaşamadı	136	87.7
	Olumsuz deneyim yaşadı	19	12.3
EGITIMKAT	Eğitime katılmadı	109	70.3
	Eğitime katıldı	46	29.7
ORGUTNM	Üretici örgütlenmesi tanımını bilmiyor	69	44.5
	Üretici örgütlenmesi tanımını biliyor	86	55.5
<b>Sürekli değişkenler</b>		<b>Ort.</b>	<b>Std.Hata.</b>
YAS	Üyenin yaşı (yıl)	49.26	13.93
EGITIM	Üyenin eğitim durumu (yıl)	7.54	4.66
TARGELIR	Üyenin tarımsal geliri (TL/yıl)	53,212	47,571
ARAZI	Üyenin arazi miktarı (da)	50.73	323.2
BAGLILIK	Üyenin tarımsal örgüte toplam bağlılığı (Endeks)*	49.76	19.95
UYESURE	Üyenin tarımsal örgüte üyelik süresi (yıl)	7.44	4.65
MESAFE	Üye işletmesi ile tarımsal örgüt arası uzaklık (km)	19.97	18.92

\* 18 adet 5'li Likert tipi sorulardan oluşmaktadır.

Çizelge 6. CHAID algoritmasına ait sınıflandırma

Table 6. Classification of the CHAID algorithm

	Tahmin		
	GKatılmayan	GKatılan	% Doğrulama
GKatılmayan	115	13	89.8
GKatılan	7	20	74.1
Genel %	78.7	21.3	87.1

Çizelge 7. CHAID algoritmasına ait Re-substitution ve Cross-Validation risk tahminleri

Table 7. Re-substitution and cross-validation risk estimates of CHAID algorithm

Method	Tahmin	St.Hata
Resubstitution	0.129	0.027
Cross-Validation	0.226	0.034

CHAID algoritmasına göre üyelerin genel kurul toplantılarına katılımlarını etkileyen faktörler Şekil 2'de verilmektedir. Model sonuçları üyelerin genel kurul toplantılarına katılım durumlarının tarımsal örgütlere olan bağlılıkları, arazi varlığı ve tarımsal örgüt-işletme arası mesafenin istatistiksel olarak etkilediğini ortaya koymaktadır. Genel kurula katılım oranı bakımından CHAID algoritması kullanılarak sınıflandırma ağacı diyagramı oluşturulmuştur. Sınıflandırma ağacının tepesinde bulunan Düğüm 0

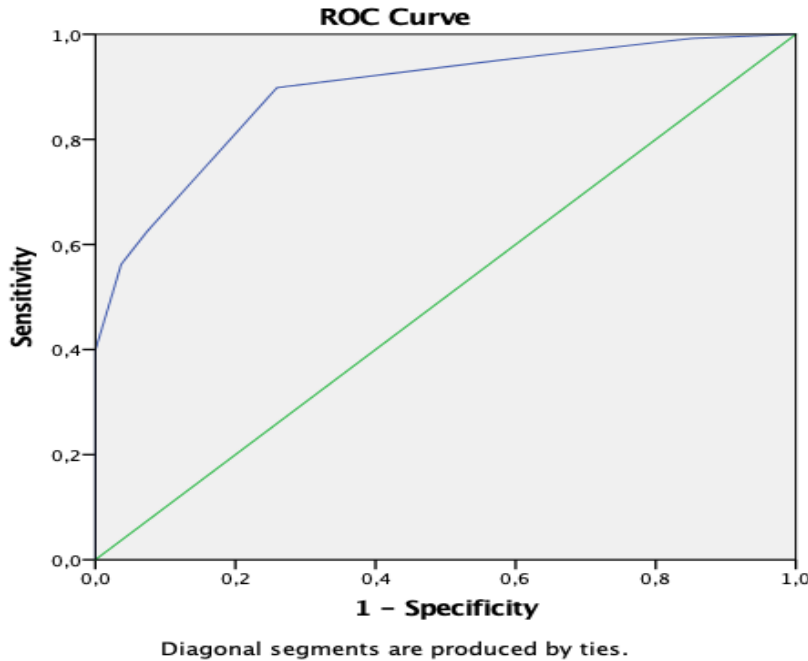
kök düğüm olarak adlandırılmakla beraber genel kurula katılım bakımından ankete katılan tüm katılımcılara ilişkin genel frekans ve yüzde bilgilerini içermektedir. Tarımsal örgüt üyelerinin %17.4'ünün genel kurula katıldığı, %82.6'sının katılmadığı tespit edilmiştir (Düğüm 0).

Düğüm 0, ilk ağaç derinliğinde, Toplam Bağlılık Skoru (TBS) bakımından Düğüm 1, 2 ve 3 olmak üzere 3 alt gruba ayrılmıştır (Düz P=0.000, Ki-kare=28,883, sd=2). Düğüm 1, toplam bağlılık skoru 59 ya da düşük ( $TBS \leq 59$ ) olan kooperatif ve birlik üyelerini temsil etmektedir. Düğüm 2 toplam bağlılık skoru  $59 < TBS \leq 73$  arasında olan kooperatif ve birlik üyelerini temsil etmektedir. Düğüm 3 ise toplam bağlılık skoru  $TBS > 73$  olan kooperatif ve birlik üyelerinden oluşmaktadır. Düğüm 3 yeterli homojeniteye ulaşmasından dolayı, sonraki ağaç derinliklerinde bölünmeye uğramamıştır. Bu nedenle,

bu düğüme terminal düğüm ismi verilmektedir. Ayrıca 4-9 arasındaki düğümlerin de terminal düğüm olduğu belirlenmiştir.

Düğüm 1, ikinci ağaç derinliğinde, arazi varlığı bakımından Düğüm 4 ve 5 olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır (Düz  $P=0.047$ , Ki-kare=6.746, sd=1).

Düğüm 4, arazi varlığı olmayan ve toplam bağlılık skoru  $TBS \leq 59$  olan kooperatif ve birlik üyelerini temsil etmektedir. Düğüm 5, arazi varlığı olan ve toplam bağlılık skoru  $TBS \leq 59$  olan kooperatif ve birlik üyelerini temsil etmektedir.



Şekil 1. CHAID algoritmasına ait ROC Eğrisi  
Figure 1. ROC curve of CHAID algorithm

Düğüm 2, ikinci ağaç derinliğinde, tarımsal örgüt-ışletme arası mesafe bağımsız değişkeni bakımından Düğüm 6-9 olmak üzere dört alt gruba bölünmüştür (Düz.  $P= 0.015$ , Ki-kare=19.845, sd=3). Düğüm 6, tarımsal örgüt-ışletme arası mesafesi  $mesafe \leq 0.7$  km ve toplam bağlılık skoru  $59 < TBS \leq 73$  arasında olan kooperatif ve birlik üyelerini; Düğüm 7 tarımsal örgüt-ışletme arası mesafesi  $0.7 < mesafe \leq 7$  km ve toplam bağlılık skoru  $59 < TBS \leq 73$  arasında olan kooperatif ve birlik üyelerini; Düğüm 8 tarımsal örgüt-ışletme arası mesafesi  $7 < mesafe \leq 15$  km ve toplam bağlılık skoru  $59 < TBS \leq 73$  arasında olan kooperatif ve birlik üyelerini ve Düğüm 9 tarımsal örgüt-ışletme arası mesafesi  $mesafe > 15$  km ve toplam bağlılık skoru  $59 < TBS \leq 73$  arasında olan kooperatif ve birlik üyelerini temsil etmektedir.

Genel kurul toplantılarına en yüksek katılım oranları sırasıyla Düğüm 8 (%80) > Düğüm 6 (%58.3) > Düğüm 3 (%56.2)'de gerçekleşmektedir. Tarımsal örgüt-ışletme arası mesafesi  $7 < mesafe \leq 15$  km ve toplam bağlılık skoru  $59 < TBS \leq 73$  arasında olan kooperatif ve birlik üyelerinin genel kurul toplantılarına katılım oranının % 80 olduğu belirlenmiştir (Düğüm 8). Tarımsal örgüt-ışletme arası mesafesi  $\leq 0.7$  km ve toplam bağlılık skoru  $59 < TBS \leq 73$  arasında olan kooperatif ve birlik üyelerinin genel kurul toplantılarına katılım oranının %58.3

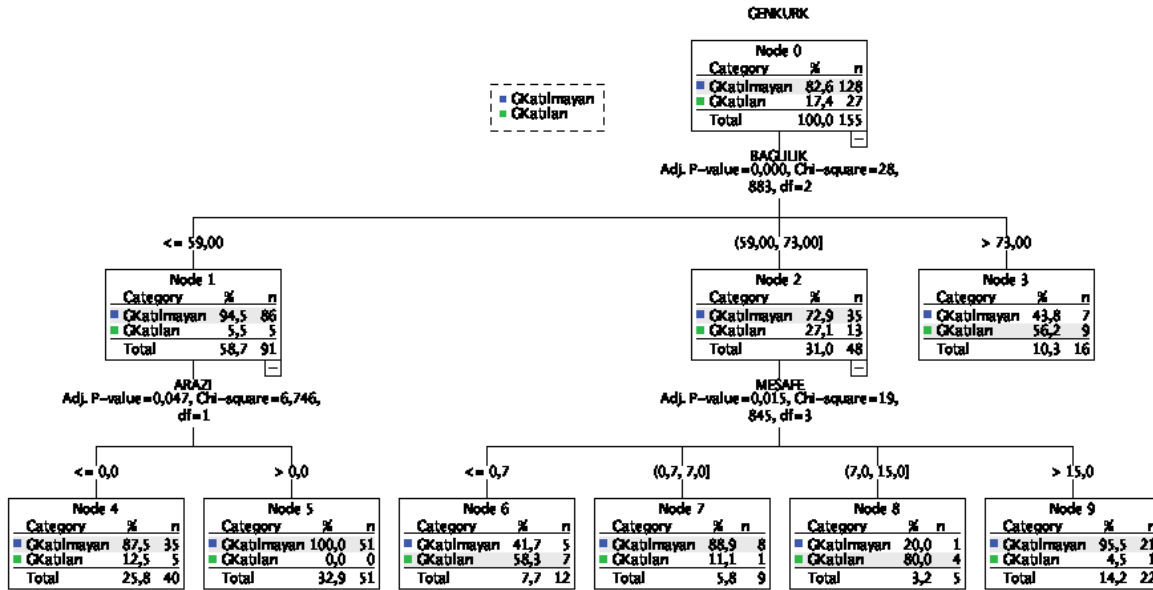
olduğu belirlenmiştir (Düğüm 6). Toplam bağlılık skoru  $TBS > 73$  olan kooperatif ve birlik üyelerinin genel kurul toplantılarına katılım oranının ise %56.2 olduğu belirlenmiştir (Düğüm 3).

Tarımsal örgüt üyelerinin toplam bağlılık skoru  $TBS \leq 59$  olduğu durumda genel kurula katılım oranları %5.5 olarak belirlenmiştir (Düğüm 1). Toplam bağlılık skoru arttıkça üyelerin genel kurul toplantılarına katılım durumları artmaktadır. Bu sebeple, üyelerin genel kurul toplantılarına katılımının artırılabilmesi için öncelikle üyelerin bağlılıklarının artırılması gerekli görülmektedir.

Kılıç (2011) tarafından Samsun ili tarımsal kalkınma kooperatiflerinde yapılan araştırmada kooperatif genel kurullarına katılma durumları ile kooperatif ilişkisi arasında %1 önem düzeyinde anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiş olup, kooperatif genel kuruluna katılan ortakların kooperatifleriyle olan ilişkilerinin daha fazla olduğu, Kılıç Topuz (2017) tarafından yapılan araştırmada ise üyelerin genel kurul toplantılarına katılım durumları ile birliğe, yönetime ve diğer üyelere güvenleri arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yercan ve Kınıklı (2018) tarafından İzmir ili sütçülük kooperatiflerinde yapılan araştırmada ortakların genel kurul toplantısına katılmasını, sağılan hayvan sayısının ve anasözleşmeyi okuma durumunun pozitif

yönlü, kooperatif türünün ise negatif yönlü etkilediği belirlenmiştir. Everest ve Yercan (2016) tarafından tarım kredi kooperatifleri Balıkesir Bölge Birliği üzerinde yapılan araştırmada ise ortakların genel kurul toplantılarına katılmalarını ortaklık yılı, tarımsal toplantılara katılım ve kooperatif kararlarında yetkili olan kişilerin pozitif yönlü etkilediği tespit edilmiştir. Laursen ve ark. (2008) tarafından Danimarka tarım kooperatiflerinde yapılan araştırmada üyelerin genel kurul

toplantılarına katılmalarında memnuniyetin pozitif etkiye sahip olduğu, kooperatife olan toplam bağlılığın ise üyelerin kooperatiflerine olan memnuniyetine ve yönetime katılmalarına önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. Hakelius (1996) üyelerin kooperatiflerin hayati bir parçası olması ve üyelerin kooperatiflere aktif katılımı ve kooperatiflere bağlılığı kooperatiflerin başarısını tamamlayıcı bir unsur olduğunu vurgulamaktadır.



Şekil 2. CHAID Algoritmasına Ait Karar Ağacı Diyagramı  
Figure 2. Decision tree diagram of CHAID algorithm

Çizelge 8. Değişkenler arası Spearman korelasyon katsayıları  
Table 8. Spearman's correlation coefficients between variables

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. MEDHAL	1											
2. ASILIS	0.064	1										
3. OLUMSUZD	-0.003	0.066	1									
4. EGITIMKAT	-0.012	-0.111	-0.071	1								
5. ORGUTNM	-0.005	-0.370**	0.058	0.355**	1							
6. YAS	0.368**	0.246**	0.108	-0.127	-0.220**	1						
7. EGITIM	-0.235**	-0.632**	-0.103	0.396**	0.460**	-0.383**	1					
8. TARGELIR	-0.056	0.178*	0.135	-0.082	-0.191*	0.007	-0.200*	1				
9. ARAZI	0.057	0.263**	0.084	-0.221**	-0.280**	0.174*	-0.303**	0.253**	1			
10. BAGLILIK	-0.120	-0.220**	-0.385**	0.385**	0.307**	-0.290**	0.324**	-0.049	-0.117	1		
11. UYESURE	0.031	0.074	0.194*	0.090	-0.063	0.370**	-0.062	0.071	0.007	-0.002	1	
12. MESAFE	-0.024	0.117	-0.270**	-0.147	-0.067	0.001	-0.112	0.161*	0.038	-0.010	-0.129	1

\* Korelasyon %5 seviyesinde önemli, \*\* Korelasyon %1 seviyesinde önemli

Üyelerin genel kurul toplantılarına katılım durumlarını etkileyen faktörlerin korelasyonu Çizelge 8'den incelendiğinde; üyelerin tarımsal örgütlere olan bağlılıkları ile tarımsal örgüt tarafından düzenlenen eğitime katılma, örgütlenme tanımını bilme ve eğitim durumu arasında pozitif ilişki varken; asıl işleri, geçmişte örgüt ile olumsuz deneyim yaşama durumları ve yaşları arasında negatif yönlü ilişki

bulunmaktadır. Üyelerin eğitim seviyelerindeki artış, tarımsal örgütlenme tanımını bilme durumunun artmasına sebep olmaktadır. Kılıç Topuz (2017) tarafından yapılan araştırmada da üyelerin eğitim seviyelerindeki artışın, tarımsal örgütlenme tanımını bilme durumunun artmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, daha genç, daha eğitilmiş, eğitimlere katılan, örgütlerine daha bağlı ve tarımsal



geliri daha düşük olan üyelerin örgütlenme bilincinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Üyelerin tarımsal örgütler tarafından düzenlenen eğitimlere katılma durumları ile örgütlenme tanımını bilme, eğitim seviyesi ve örgüte bağlılık skoru arasında pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Üreticilerin sorunlarına çözüm bulabilmesi, tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması, ekonomik ve sosyal refah seviyelerinin artırılabilmesi için etkili olarak örgütlenmeleri kaçınılmazdır. Araştırma sonuçlarına göre üyelerin yaklaşık yarısının örgütlenmenin ne olduğunu bilmemesine rağmen, tarımsal örgütlerde düzenlenen eğitimlerin çok yetersiz olduğu belirlenmiştir. Daha genç, daha eğitilmiş, tarımsal örgütlerde düzenlenen eğitimlere katılan, örgütlerine daha bağlı olan üyelerin örgütlenme bilincinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, üyelerin tarımsal örgütler tarafından düzenlenen eğitimlere katılma durumları ile örgütlenme tanımını bilme, eğitim seviyesi ve örgüte bağlılık skoru arasında pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Tarımsal örgütlerin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi ve başarılı olabilmesi için demokratiklik ilkesine göre işletilmeleri büyük önem taşımaktadır. Tarımsal örgütlerin demokratiklik ilkesine göre işletilebilmesi de üyelerin örgütlerde yönetime katılmasıyla ilgilidir. Araştırmada tarımsal örgüt üyelerinin genel kurul toplantılarına katılımlarının oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Kooperatif ve birlik üyelerinin genel kurul toplantılarına katılmamalarının en önemli sebepleri ise şehir dışında bulunmaları, zaman bulamamaları ve genel kurul toplantısına çağırılmamaktır. Tarımsal kooperatif ve birlik üyelerinin genel kurul toplantılarına katılımlarını etkileyen faktörler ise üyelerin bağlılığı, arazi varlığı ve kooperatif/birlik-işletme arası uzaktır. Toplam bağlılık skoru arttıkça üyelerin genel kurul toplantılarına katılımı artmaktadır. Bu nedenle, tarımsal örgütlerde üyelerin genel kurul toplantılarına katılımların artırılabilmesi için öncelikle üyelerin bağlılıklarının artırılması gerekli görülmektedir. Ayrıca, üyelerin tarımsal örgütleri ile aralarındaki mesafenin 15 km ve daha kısa olması durumunda genel kurul toplantılarına katılımlarının en yüksek olduğu belirlenmiştir. Tarımsal örgüt ve işletme arası mesafe 15 km'den daha fazla olduğunda ise üyelerin genel kurul toplantılarına katılımlarının önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Özellikle il bazlı kurulan tarımsal örgütlerde üyelere olan mesafenin en fazla 15 km olması sağlanmalıdır. Tarımsal kooperatif ve birlik yöneticilerinin tüm üyeleri genel kurul toplantısına davet etmesi ve genel kurul toplantılarını üyelerin işlerinin olmadığı zamanlarda yapılması gerekli görülmektedir. Ayrıca, yöneticilerin, üyelerin kooperatifçilik ve örgütlenme bilincinin artırılabilmesi için üniversiteler, üst

birlikler ve kamu kurum ve kuruluşları ile işbirliği yaparak kooperatifçilik ve örgütlenme eğitimi düzenlemeleri önem arz etmektedir.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma Iğdır Üniversitesi 2019-FEB-A10 No'lu Bilimsel Araştırma Projesi ile desteklenmiştir.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Acar İ, Yıldırım İ 2000. Mandıra İşleten Dönerdere Tarımsal Kalkınma Kooperatifine Ortak İşletmelerin Ekonomik Analizi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Derg 10 (1): 61-70.
- Akin M, Eyduran E, Reed BM 2017a. Use of RSM and CHAID data Mining Algorithm For Predicting Mineral Nutrition Of Hazelnut. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 128(2): 303-316.
- Akin M, Eyduran E, Niedz RP, Reed BM 2017b. Developing Hazelnut Tissue Culture Free of Ion Confounding. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 13(3): 483-494.
- Akin M, Hand C, Eyduran E, Reed BM 2018. Predicting Minor Nutrient Requirements of Hazelnut Shoot Cultures Using Regression Trees. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 132(3): 545-559.
- Akin M, Eyduran SP, Eyduran E, Reed BM 2020. Analysis of macro Nutrient Related Growth Responses Using Multivariate Adaptive Regression Splines. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 140: 661-670.
- Alpar R 2012. Sağlık, Spor ve Eğitim Bilimlerinde Örneklerle Uygulamalı İstatistik ve Geçerlilik-Güvenirlik. Detay yayıncılık, Ankara, 672 sy.
- Anonim 2021. Iğdır İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtları (Alınma Tarihi: 05.01.2021).
- Cechin A, Bijman J, Pascucci S 2013. Drivers of Pro-Active Member Participation in Agricultural Cooperatives: Evidence from Brazil. Annals of Public and Cooperative Economics, 84(4): 443-468.
- Cochran WG 1963. Sampling Techniques, 2nd Ed., New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Değer HC, Özder U, Kınıklı F, Yercan M 2020. Muğla İlinde Üreticilerin Domates Pazarlaması Üzerine Kooperatifleşme Eğilimlerinin Belirlenmesi. Tarım Ekonomisi Derg 26(2): 121-129.
- Didier BV, Henninger MC, Akremi EA 2012. The Relationship Between Members' Trust and

- Participation in the Governance of Cooperatives: The Role of Organizational Commitment. *International Food and Agribusiness Management Review*, 15(1): 1-24.
- Doğan HG 2011. Türkiye'deki Üretici Birliklerinin Üretici Örgütlenmesinde Yeri ve Önemi (Kazova Bölgesi Yaş Sebze ve Meyve Üreticileri Birliği Örneği). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 114 sy.
- Ertan A, Turan A 2001. GÜLBİRLİK Ortaklarının Kooperatif Ortak İlişkisi Yönünden Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Derg* 6(2): 29-43.
- Everest B, Yercan M 2016. Kooperatif Ortaklarının Kooperatif Yönetimine Katılma Durumları ve Eğilimleri: Tarım Kredi Kooperatifleri Balıkesir Bölge Birliği Örneği. *International Conference on Eurasian Economies*, 519-526.
- Eyduran E, Akin M, Eyduran SP 2019. Application of Multivariate Adaptive Regression Splines Through R Software, Nobel Academic Publishing, Ankara, 112 sy.
- Fatih A, Celik S, Eyduran E, Cem T, Tariq MM, Sheikh IS, Faraz A, Waheed A 2021. Use of MARS Algorithm for Predicting Mature Weight of Different camel (*Camelus dromedarius*) Breeds Reared in Pakistan and Morphological Characterization Via Cluster Analysis. *Tropical Animal Health and Production*, 53 (1): 1-14.
- Fulton ME, Hueth B 2009. Cooperative Conversions, Failures and Restructurings: An Overview. *Journal of Cooperatives* 23(2009): i-xi.
- Gamgam H, Altunkaynak B 2008. Parametrik Olmayan Yöntemler: SPSS Uygulamalı. Gazi Kitabevi, 496 sy. ISBN: 978-605-5804-02-2.
- Gozuacik C, Eyduran E, Cam H, Kara MK 2018. Detection of Infection Preferences of the Alfalfa Seed Chalcid, *Bruchophagus Roddi Gussakovskiy*, 1933 (Hymenoptera: Eurytomidae) in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Fields of Iğdir, Turkey. *Legume Research*, 41(1): 150-154.
- Hakelius K 1996. Cooperative Values - Farmers Cooperatives in the Minds of the Farmers. The Swedish University of Agricultural Sciences
- Iqbal F, Eyduran E, Raziq A, Ali M, Huma Z, Tirink C, Sevgenler H 2021. Modeling and Predicting the Growth of Indigenous Harnai Sheep in Pakistan: Non-linear Functions and MARS algorithm. *Tropical Animal Health and Production*, 53 (2): 1-12.
- Karlı B, Çelik Y 2003. GAP Alanındaki Tarım Kooperatifleri ve Diğer Çiftçi Örgütlerinin Bölge Kalkınmasındaki Etkinliği. 116, Yayın no: 97 ISBN 975-407-122-5, Şanlıurfa.
- Kass G 1980. An Exploratory Technique for Investigating Large Quantities of Categorical Data, *Applied Statistics*, 29 (2): 119-127.
- Kaya N, Çoker S, Kınıklı F, Yercan M 2019. Çiftçilerin Kooperatifçiliğe Bakış Açuları Üzerine Bir Araştırma: Ağrı ve Erzurum İlleri Örneği. *Tarım Ekonomisi Derg* 25(2): 219-230.
- Kılıç B 2011. Samsun İlindeki Tarımsal Kalkınma Kooperatiflerinde Ortak-Kooperatif İlişkilerinin Analizi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, 158 sy.
- Kılıç Topuz B 2017. Samsun İli Tarımsal Üretici Birliklerinde Güven ve Performansa Etkili Faktörler. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Doktora Tezi*, 430 sy.
- Kovalchuk IY, Mukhitdinova Z, Turdiyev T, Madiyeva G, Akin M, Eyduran E, Reed BM 2017. Modeling Some Mineral Nutrient Requirements for Micropropagated Wild Apricot Shoot Cultures. *Plant Cell, Tissue Organ Culture*, 129: 325-335.
- Kovalchuk IY, Mukhitdinova Z, Turdiyev T, Madiyeva G, Akin M, Eyduran E, Reed BM 2018. Nitrogen Ions and Nitrogen Ion Proportions Impact the Growth of Apricot (*Prunus armeniaca*) Shoot Cultures. *Plant Cell, Tissue Organ Culture*, 133: 263-273.
- Kurtaslan T, Doğaner M 2004. Çiğ Süt Pazarlamasında Çiftçilerin Tarımsal Kooperatiflere Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi (Aydın İli Örneği). *Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 444-451, Tokat, Türkiye.
- Laursen CV, Karantininis K, Bhuyan S 2008. Organizational Characteristics and Member Participation in Agricultural Cooperatives: Evidence from Modern Danish Cooperatives. Paper Submitted To The Seminar: The Role of The Cooperatives in The European Agro-Food System 28<sup>th</sup>-30<sup>th</sup> May, Bologna.
- Mülayim ZG 2010. Kooperatifçilik. Yetkin Yayınları, Yayın Kodu: ISBN 978-975-464-035-9, Ankara, 657 sy.
- Österberg P, Nilsson J 2009. Members' Perception of Their Participation in the Governance of Cooperatives: The Key to Trust and Commitment in Agricultural Cooperatives. *Agribusiness*, 25(2): 181-197.
- RG 1969. 1163 sayılı Kooperatifler Kanunu, 24.04.1969 tarih 13195 Sayılı Resmi Gazete.
- Spear R 2004. Governance in democratic member-based organizations. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 75(10): 33-59.
- Şahin A, Cankurt M, Günden C, Miran B, Meral Y 2013. Türkiye'de Tarımsal Kalkınma Kooperatiflerinde Ortak-Kooperatif İlişkileri. *KSÜ Doğa Bil. Derg.* 16(2): 21-33.
- Terin M, Yavuz F, Yıldırım İ, Güler Oİ 2010. Hayvansal Üretimin Gelişmesinde Kooperatiflerin Rolü: Kırklareli Merkez Erikler Köyü Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Örneği. *Türkiye IX. Tarım*

- Ekonomisi Kongresi 542-549, Şanlıurfa, Türkiye.
- Tyasi TL, Eydurana E, Celik S 2021. Comparison of Tree-Based Regression Tree Methods for Predicting Live Body Weight From Morphological Traits in Hy-Line Silver Brown Commercial Layer and Indigenous Potchefstroom Koekoek Breeds Raised in South Africa. *Tropical Animal Health and Production*, 53 (1): 1-8.
- TRGM 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, <https://www.Tarimorman.gov.tr/TRGM/Link/33/Tarimsal-Organizasyon-Tablosu> (Alınma Tarihi: 03.01.2021).
- Turan A 1992. Süt Fabrikası İşleten Tonya ve Bütün Köylerini Kalkındırma Kooperatifinin Tarımsal Kooperatifçilik İşletmeciliği Açısından Ekonomik Analizi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 305 sy.
- Yercan M, Kınıklı F 2018. Tarımsal Kooperatiflerde Ortakların Yönetime Katılımını Etkileyen Faktörlerin Analizi Üzerine Bir Araştırma: İzmir İli Sütçülük Kooperatifleri Örneği. *Tarım Ekonomisi Derg* 24(2): 159-173.

## Impact of Contract Farming on Beef Cattle Farmers' Income: A Propensity Score Matching Analysis

Hasan Burak AĞIR<sup>1</sup>, Cuma AKBAY<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-4275-9819>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7673-7584>

✉: hburakagir@ksu.edu.tr

### ABSTRACT

This study aims to investigate the impact of contract farming participation on the income of beef cattle farmers. For this purpose, the data was collected from 155 farmers by face-to-face questionnaires in Adana province in 2016. The impact of contract farming on farmers' income was identified using Propensity Score Matching. The results show that farmers who participate in the contract have more assets and mostly have a larger herd in comparison with non-contract. Further, contract participation entails a 10.04% increase in income ( $p < 0.01$ ). Given that most of the contract farms are large-scale, it can be said that this gain in income is not enough for encouraging smallholders to participate in contract farming. The evidence from this study suggests that policymakers should focus on providing appropriate technical assistance, giving price premiums and bonuses inversely proportional to farm-scale and improve extension services to enhance the rate of smallholder contract participation.

### Research Article

#### Article History

Received : 12.03.2021

Accepted : 03.06.2021

#### Keywords

Contract farming  
Beef cattle  
Treatment effect  
Propensity score matching

## Sözleşmeli Üretimin Besi Sığırı Üreticilerinin Geliri Üzerine Etkisi: Eğilim Skoru Eşleştirme Yöntemi

### ÖZET

Bu çalışma, sözleşmeli üretime katılımın besi sığırı üreticileri gelirleri üzerine etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, veriler 2016 yılında Adana ilinde 155 üreticiden yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Sözleşmeli üretimin üretici geliri üzerine etkisi Propensity Score Matching (Eğilim Puanı Eşleştirme) kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlara göre, sözleşme yapan üreticilerin sözleşme yapmayanlara göre daha fazla varlığa ve çoğunlukla daha büyük bir sürüye sahip olduğunu saptanmıştır. Ayrıca, sözleşmeye katılım, üretici gelirinde %10.04'lük bir artış sağlamaktadır ( $p < 0.01$ ). Sözleşme yapan işletmelerin çoğunluğunun büyük ölçekli işletmeler olduğu göz önüne alındığında, gelirdeki bu artışın küçük işletme sahiplerini sözleşmeli üretime katılmaya teşvik etmek için yeterli olmadığı söylenebilir. Bu bağlamda, politika yapımcıların işletme ölçeğine uygun teknik yardım sağlamaya odaklanmaları, küçük üreticilerin sözleşmeye katılım oranını artırmak için işletme büyüklüğü ile ters orantılı bir sözleşme fiyatı belirlemeleri ve yayım hizmetlerini artırmaları gerekmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 12.03.2021

Kabul Tarihi : 03.06.2021

#### Anahtar Kelimeler

Sözleşmeli üretim  
Besi sığırı  
Muamele etkisi  
Eğilim Skoru Eşleştirme

**To Cite:** Ağır HB., Akbay C 2021. Impact of Contract Farming on Beef Cattle Farmers' Income: A Propensity Score Matching Analysis. KSU J. Agric Nat 25 (2): 392-399. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.896094>.

### INTRODUCTION

Along with globalization and liberalization efforts, changes in consumer and retailer demand, technological developments, food safety concerns and related regulations have led transformation in the agri-food system profoundly (Rehber, 2007). By the transformation of the agri-food system into a high-value supply chain, small-scale farms in developing

countries are at risk of exclusion from high-value production opportunities of regional and international markets (Setboonsarng et al., 2008) due to new challenges such as quality and delivery requirements (Wang et al., 2014). Contract farming (CF) - a form of vertical coordination mechanism - has been largely believed as an efficient way to ensure integration between small-scale farms and markets. It has been established since 1885 and at the end of the 20th



century, spread widely in the food industry of developing countries (Bijman, 2008).

Generally, CF is defined as an agreement that a farmer guarantees to produce a given product in a given manner, and the buyer commits to purchasing it (Minot, 2007). Processing or marketing firms often provide technical assistance, inputs, new technologies, and credits to farmers (Eaton and Shepperd, 2001) for increasing their productivity and income. Key and Runsten (1999) stated that CF could lead to risk sharing between farmers and agribusiness firms. On the contrary, it is also argued that large firms manipulate contract agreements and use CF as a tool to cheat farmers (Little and Watts, 1994; Porter and Phillips-Howard, 1997). In Turkey, the first legislation about contract farming was issued in the form of a communiqué by the Ministry of Agriculture and Forestry in 1996. After that, CF started to spread rapidly and today it is applied in cut flowers, tobacco, potatoes, fruit and vegetables, meat and milk production.

Beef cattle production plays a vital role in red meat production and remains an important source of livelihood for farmers in Turkey. In the year 2019, through 3.6 million slaughtered beef cattle, and 1.07 million tonnes of production quantity, 87.7% of total red meat production has been provided from beef cattle farming (Turkstat, 2019). Although beef cattle farming has a significant role in red meat production, there are challenges in the sector due to economic and structural problems. In Turkey, cattle breeding has been carried out on small scale farms. According to the Agriculture Farm Structure Survey in 2016, only 4.5% of cattle-breeding farms have 50 or more animals. On the other hand, the production costs especially feed and breeding material is another important issue in cattle breeding activities. Despite the increase in input prices over the years, the sales price does not increase at the same rate which affects the profitability and productivity of the farms negatively. Also, the increase in the production costs pushes up product prices that resulted in a negative effect on the consumers. As a result of high prices, the government had to import live animal or beef meat which caused rising import rates since 2010.

The government has been started CF as a strategy to integrate small scale farms into the market through the General Directory of Meat and Milk Board (GDMMB) since 2011. It was founded as a State Economic Enterprise and manages 13 processing plants and 16 outlets for sustainability in the beef cattle sector. Through a written agreement signed between GDMMB and farmers, GDMMB offers a stable price and purchasing guarantee and farmers supply the product at a predetermined quality and quantity at the end of the fattening period. In this agreement, farmer remains responsible for

management decisions during the production period. Also, farmers must slaughter a minimum of five animals and have to be a member of the Red Meat Producers Association.

The literature shows that studies related to contract farming are generally focused on crop production (Mwambi et al., 2016; Maertens and Welde, 2017; Benmehaia and Brabez, 2018), poultry production (Ramaswami et al., 2006; Begum et al., 2012). Also, there are studies about contract hog production (Key and McBride, 2003; Costales et al., 2006), and dairy production (Birthal et al., 2008). On the one hand, many studies stated that CF had a positive effect on farmers' income and welfare (Bijman, 2008; Miyata et al., 2009; Bellemare, 2012; Maertens and Velde, 2017). On the other hand, several authors of previous studies argued that CF participation does not improve farmers' income (Abdulai and Al-Hassan, 2016; Mwambi et al., 2016). Contrary to the international literature, previous studies in Turkey mostly have primarily concentrated on economic analysis of contract farming (Engindeniz, 2008; Gümü, 2009; Alici et al., 2011), however, the impact of CF remains unexplored.

A review of the literature reveals that the impact of contract farming on the beef cattle sector has not been thoroughly investigated and limited studies are available on beef cattle production. Furthermore, no study presents the impact of CF on beef cattle production in Turkey. Accordingly, the present study focuses on a relevant and important topic for contemporary rural studies, especially when analyzing the CF in cattle breeding, a practice with few records which needs studies. In this respect, the aim of this study is to evaluate the impact of contract participation on beef cattle farmers' income by using the Propensity Score Matching (PSM) method. The findings of this study will contribute to policy-makers to develop strategies for the effectiveness of the existing contract farming in beef cattle production. Also, this study will serve as an important source for future studies and researches.

## **MATERIAL and METHOD**

The primary material of this study consists of the original data obtained from face to face questionnaire with beef cattle farmers in Adana province of Turkey in 2016. Adana Province is located between latitudes 35-38 and longitudes 34-46 and in the Mediterranean Region. The area of the province is 17.253 km<sup>2</sup> which is 2.2% of the total area of Turkey.

A total of 155 beef cattle farms were selected from 3734 beef cattle farms by using the proportional sampling method (Newbold, 1995). The sampling method was determined with 95% confidence interval and 10% margin of error. The sample includes 61 contract farmers and 94 non-contract farmers.

In observational studies, when assignment units to treatment or control groups are not random, it is not possible to estimate an unbiased treatment effect by comparing outcomes between treatment and control groups (Austin, 2011). In other words, it is not possible to observe a subject has received the treatment and not received the treatment. When the assignment is not random, the estimation of the treatment effect may be biased due to the existence of confounding factors (Katchova, 2010). There are several methods to address selection bias like Heckman two-step and Instrumental Variable (IV), but these models require assumptions to meet for the analyzes (Mendola, 2007). In this context, PSM which is a nonparametric method, extensively used in observational studies was employed to estimate the treatment effect.

PSM creates a comparison group by matching each observation on treatment group with a control group by similar characteristics which provide the conditions of a random experiment to assess a causal effect, as in a controlled trial (Rosenbaum and Rubin, 1983). PSM based on a balancing score called the propensity score which is the conditional probability of a unit receiving the treatment given a vector of observed covariates formulated as:

$$e(x) = \text{pr}(z=1 | x) \text{ and } \text{pr}(z_1, \dots, z_n | x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n e(x_i)^{z_i} \{1 - e(x_i)\}^{1-z_i} \quad (1)$$

where  $z_i$ : treatment status (0: control, 1: treated),  $x$ : the vector of observed covariates and  $e(x)$ : propensity score (Rosenbaum and Rubin, 1983).

PSM is based on Conditional Independence (CI) and common support or overlap condition assumptions. CI states that only the given observed covariates  $X$  affect both the treatment and the outcome and expressed as:  $Y(1), Y(0) \perp Z | X$ ,

The second assumption is common support or overlap condition implies that the propensity score ranges from 0 to 1 and shown as:  $0 < P(Z=1 | X) < 1$ . As the assumptions hold, the PSM estimator for Average Treatment Effect on Treated (ATT) can be written as (Guo and Fraser, 2015):

$$ATT = E[p(X) | Z=1 (E[Y(1)|Z = 1, p(X)] - E[Y(0)|Z = 0, p(X)])] \quad (2)$$

Here,  $Y(0)$  denotes the outcome for control and  $Y(1)$  denotes the outcome for treatment group.

Propensity score can be estimated by using logit or probit regression or discriminant analysis. Since the logit distribution has more density mass in the bounds (Caliendo and Kopeinig, 2008), the logit model has been preferred. The next step is to match the treatment and control groups with similar propensity score by a matching algorithm such as Nearest Neighbor, Caliper and Radius, Stratification and Interval, Kernel and Local Linear and Weighting.

In this study, Kernel Matching (KM) which uses a weighted average of all farms in the control group that are inversely proportional to the distance between the p-scores of the treatment and control groups was employed (Caliendo and Kopeinig, 2008). After matching, it is important to check whether the differences in the covariates of treatment and control groups in the matched sample have been eliminated by balancing test (Caliendo and Kopeinig, 2008). One of the balancing test is the standardised mean difference between groups known as Rubin's B which should be less than 25. The other is the ratio of variances called Rubin's R should be between 0.5 and 2 (RUBIN, 2001). Also, comparison of pseudo-R2 should be low after matching to ensure no systematic differences between two groups (Sianesi, 2004).

Finally, it is crucial to perform a sensitivity test to put forth that the results are not sensitive to unobservable variables which means there should be no hidden bias. If there is hidden bias depending on unobserved variables, matching estimators are not robust (Rosenbaum, 2002). There are two sensitivity tests. For continuous outcomes, Wilcoxon sign rank and the Hodges-Lehmann point and interval estimate, and for binary outcomes the Mantel-Haenzsel (MH). For more information and details about the implementation of the sensitivity analysis see Rosenbaum (2002) and Becker and Caliendo (2007).

It is important to note that, for reducing bias, the choice of the variables for estimating the propensity score is crucial. Bergsta et al., (2019) stated that propensity score aims to balance all covariates, not to predict treatment perfectly. Also, Brookhart et al., (2006) recommended that variables that related to outcome, or both to outcome and treatment should be included in the model. Furthermore, using many variables in the model can result higher standard errors for the estimated propensity score (Khandker et al., 2010). Based on this issue six variables are included in the model to estimate the propensity score.

## RESULTS and DISCUSSION

Table 1 represents the socio-demographics of farmers by participation status. For the entire sample, the average age of the farmers is 45.1 years. On average, contract farmers' education is higher compared to non-contract farmers and the difference is statistically significant ( $p=0.006$ ). The number of cattle (CCU) and total crop area (da) of contract farms are approximately two times higher than non-contract farms. The difference is statistically significant ( $p<0.05$ ). Gross production value (GPV) was calculated 2 680.18 \$/head for contract farms and 2413.54 \$/head for non-contract farms and the difference is statistically significant ( $p=0.000$ ).

The average variable costs are 1891.71 \$/head for all beef cattle farmers. The mean of variable costs of contract and non-contract farms is calculated as 1975.69 \$/head and 1837.21 \$/head, respectively (Table 1). On the other hand, the gross margin was 704.48 \$/head for contract farms, 576.33 \$/head for non-contract farms and the difference is statistically

significant ( $p=0.002$ ). According to the results, contract farmers are more educated, have more cattle, more crop and forage area, higher gross production value and gross margin compared to non-contract farmers. This shows that contract farmers are socio-economically advantageous, and large scale compared to non-contract farms.

Table 1. Socio-demographic characteristic of non-contract and contract farmers

*Çizelge 1. Sözleşme yapan ve yapmayan üreticilerin sosyo-demografik özellikleri*

	Non-contract		Contract		Total	
	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error
Farmers' age (year)	45.53	0.98	44.39	1.28	45.08	0.78
Education level of farmers (year)	7.24	0.30	8.77	0.49	7.84	0.27
Livestock experience (year)	20.54	0.91	19.87	1.10	20.28	0.70
Household size(person)	5.15	0.27	4.72	0.21	4.98	0.18
Persons work in agricultural production	2.30	0.21	1.89	0.15	2.14	0.14
Number of cattle(CCU)	48.07	4.81	85.28	22.82	62.72	9.51
Total crop area (da)	67.32	12.21	173.55	49.72	109.13	21.24
Forage crop area (da)	30.69	7.61	58.55	19.92	41.66	8.91
Gross production value (\$/head)	2413.54	39.45	2680.18	42.51	2518.48	93.44
Variable costs (\$/head)	1837.21	35.58	1975.69	45.35	1891.71	10.24
Gross margin (\$/head)	576.33	27.44	704.48	29.76	626.76	20.90

1 \$= 3.02 TL in 2016, CCU: Cattle Count Unit was used to homogenize the cattle number of farm

In this study, PSM analysis is carried out using psmatch2 (Leuven and Sianesi, 2003) module. As shown in Table 2, some variables are statistically significant which are the determining factors of contract farming participation. Education status is one of the effective factors in contract farming participation ( $p<0.05$ ). The findings are consistent with early studies about contract farming in the literature (Hu, 2013; Mwambi et al., 2016; Maertens and Velde, 2017). Farm type has a significant and

positive impact, which means that farms specialized only in beef cattle breeding are more likely to participate in contract farming. This result is in line with the findings of research conducted in China by Guo et al., (2005). Another critical factor is the dressing percentage which has a positive and significant effect (Table 2). In Bangladesh, Sarma et al (2014) determined that an increase in beef cattle production by one kilogram has a significant and positive influence on contract participation.

Table 2. Logistic regression results for estimating the propensity score

*Çizelge 2. Eğilim skoru tahmini için Lojistik regresyon analizi sonuçları*

Variables	Coefficient	p-value	Odds ratio
Education***	secondary school	-0.314	0.601
	high school	0.169	0.720
	university *	1.446	0.045
Household size	-0.006	0.953	0.994
Number of cattle (CCU)	0.001	0.619	1.001
Livestock experience	-0.007	0.803	0.993
Total crop area (da)	0.002	0.300	1.002
Farm type**	1.318	0.001	3.735
Dressing Percentage (%)**	0.240	0.000	1.272
Constant	-15.209	0.000	-

\*\* $p<0.01$ , \* $p<0.05$ , Hosmer Lemeshow  $p=0.681$ , Nagelkerke  $R^2=0.348$ . \*\*\* The reference category is primary school, Dressing Percentage (DP)= (Warm carcass weight/Live weight) x 100

Checking the overlap or common support region for the groups is an important assumption to meet for a good match. Common support is based on deleting observations from treatment group whose propensity score is smaller or larger than the control group's minimum or maximum score. Based on KBM, four

farmers have been removed from the analysis to ensure a proper match. The region of common support ranges between 0.1273 and 0.9946.

Covariate means, t-test results, the percentage of bias before and after matching and the percentage of bias reduction are given in Table 3. According to the t-test,

there are significant differences before matching in some covariates (education, farm type, number of livestock, total crop area, and dressing percentage) while after matching the t-test results are insignificant. In other words, there are no differences between contract and noncontract groups after matching implying that the matching has been valid.

According to Table 4, low Pseudo R<sup>2</sup>, insignificant likelihood ratio, and lower standardized bias after matching implies that there are no systematic differences based on covariates between contract and non-contract farmers that means the matching procedure has sufficiently balance the samples.

Table 3. Covariate balancing tests

*Çizelge 3. Değişken dengeleme testi sonuçları*

Variables	Unmatched	Mean		% bias	% reduction	t-test	p> t
	Matched	Treated	Control				
Secondary school	U	0.098	0.159	-18.7	89.6	-1.08	0.280
	M	0.105	0.111	-1.9		-0.11	0.914
High school	U	0.262	0.223	9.0	31.3	0.55	0.582
	M	0.263	0.236	6.2		0.33	0.745
University	U	0.196	0.042	48.5	65.1	3.16	0.002
	M	0.175	0.121	16.9		0.80	0.424
Household size	U	4.721	5.148	-19.0	55.8	-1.11	0.270
	M	4.789	4.600	8.4		0.56	0.575
Livestock experience	U	19.869	20.543	-7.7	80.9	-0.47	0.642
	M	20.211	20.339	-1.5		-0.08	0.936
Total crop area (da)	U	173.56	67.324	37.0	89.5	2.48	0.014
	M	105.91	94.71	3.9		0.35	0.730
Number of cattle (CCU)	U	85.28	48.07	75.6	84.5	1.93	0.056
	M	67.98	59.28	-11.7		0.48	0.635
Farm type	U	0.639	0.340	62.2	98.0	3.79	0.000
	M	0.631	0.637	-1.2		-0.07	0.948
Dressing Percentage	U	59.103	56.479	75.6	84.5	4.51	0.000
	M	58.874	59.280	-117		-0.66	0.514

Table 4. Covariate balancing indicators before and after matching

*Çizelge 4. Eşleşmeden önce ve sonra değişken dengeleme göstergeleri*

	Pseudo R <sup>2</sup>	LR chi <sup>2</sup>	p>chi <sup>2</sup>	Mean bias	Median bias	B	R
Before Matching	0.224	46.54	0.000	34.0	28.6	118.6	1.12
After Matching	0.009	1.41	0.998	6.5	6.2	22.1	0.95

Table 5 presents the impact of contract farming participation on farmers' GPV. The results show that the GPV of farmers who participated in contract farming is 244.01 \$/head higher compared to non-contract farmers. In other words, participation in contract farming has increased the GPV by 10.04%. This result supports previous findings of the literature (Miyata et al., 2009; Bellemare, 2012; Maertens and Velde, 2017).

The final step of PSM is sensitivity analysis which addresses hidden bias depends on the unobservable covariates. The bounding approach was employed which was proposed by Rosenbaum (2002) using rebounds package (Diprete and Gangl, 2004). As

shown in Table 6, the upper bound is significant through gamma level 2 and there is no negative value between Hodges-Lehmann point estimates and confidence interval implies there is no hidden bias due to unobserved covariates.

### CONCLUSION

The present study was designed to determine the impact of contract participation on beef cattle farmers' income by using the PSM. Moreover, this study is conducted to investigate whether contract farming applying in the beef cattle sector is beneficial for farmers or not.

Table 5. Estimates of ATT (\$/head)

*Çizelge 5. ATT Sonuçları (\$/baş)*

	Contract farmers' GPV	Non-contract farmers' GPV	ATT	Standard Error	t-statistics
KBM	2673.74	2429.73	244.01***	72.69	3.36

\*\*\*p<0.01



Table 6. Rosenbaum bounding sensitivity analysis results  
*Çizelge 6. Rosenbaum duyarlılık analizleri sonuçları*

	<i>Wilcoxon' signed rank test</i>		<i>Hodges-Lehmann estimates</i>		<i>point</i>	<i>95% confidence interval</i>	
	<i>sig+</i>	<i>sig-</i>	<i>t-hat+</i>	<i>t-hat-</i>		<i>CI+</i>	<i>CI-</i>
<i>Gamma (Γ)</i>							
1	3.1e-06	3.1e-06	732.34	732.34	444.68	1017.46	
1.1	0.0000	6.7e-07	693.47	778.88	390.10	1061.70	
1.2	0.0000	1.4e-07	647.49	812.02	341.08	1111.84	
1.3	0.0001	3.0e-08	618.69	837.82	317.20	1150.47	
1.4	0.0002	6.3e-09	587.67	874.61	278.52	1179.68	
1.5	0.0005	1.3e-09	554.09	905.48	253.17	1213.40	
1.6	0.0010	2.8e-10	527.45	935.90	212.64	1257.21	
1.7	0.0017	6.0e-11	490.40	981.99	180.582	1285.76	
1.8	0.0029	1.3e-11	462.48	1006.02	149.14	1314.90	
1.9	0.0045	2.7e-12	429.84	1034.12	129.57	1337.91	
2	0.0067	5.7e-13	396.19	1049.10	105.34	1357.99	

\* gamma - log odds of differential assignment due to unobserved factors, sig+ - upper bound significance level sig-, - lower bound significance level

One of the more significant findings to emerge from this study is that contract farms are mostly large-scale and have more assets than non-contract farms. This result indicates that the scale is preponderant in this process, as the contract is for a small number of animals and not for the entire herd. This is easier to do when having a larger herd and economic advantages. But smallholders prefer to avoid situations of uncertainty, so as not to run the risk of not fulfilling the contract.

The second major finding was that participating in contract farming increases the farmers' GPV by 10.04% on average compared to non-contract farmers. It is a fact that the contract price, herd size and farm type, quality and quantity of feed and race of cattle were effective factors in the emergence of a higher income. However, as the contract farms are mostly large-scale, this gain from contract farming is not enough to satisfy smallholders to sign a contract. In considering the gain from contract participation, policymakers should focus on enhancing the inclusion of small-scale farmers. From this point of view some policy implications can be made as follows;

On one hand, giving price premiums and bonuses inversely proportional to farm-scale to reduce the participation rate of CF of larger farms. This allows more smallholders to be included in the contract farming system. Another important thing is small-scale farms are financially constrained for necessary farm investments for improving farm capacity. Providing low interest and easily accessible credits for farmers will encourage them to participate in CF.

On the other hand, it is imperative to provide extension services to inform smallholders about the benefits and terms of the contract agreement. Most of smallholders lack understanding existence, benefits and terms of CF. Also, GDMMB should strengthen its capacity by encouraging big processors, exporters,

and chains of supermarkets to organize CF operations. Investments from the private sector and cooperatives are a necessary pre-condition for the development of private CF schemes. In conclusion, implementing policies that provide small-scale farms an acceptable level of risk associated with contract farming would make significant contributions to farmers' welfare in the future.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study is derived from the data of the Ph.D. thesis of the first author. This research did not receive any specific funding.

#### Researchers Contribution Rate Declaration Summary

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

#### Conflicts of Interest

The authors declare that there are no financial or non-financial interests that have influenced the manuscript

#### REFERENCES

- Abdulai Y, Al-Hassan S 2016. Effects of Contract Farming on Small-Holder Soybean Farmers Income In The Eastern Corridor Of The Northern Region, Ghana. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 7(2): 103-113.
- Alıcı S, Yılmaz G, Kinay A 2011. Investigation of Contracted Tobacco Farming and Grower Behavior in Tokat-Erbaa. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 28(1): 53-59.
- Austin PC 2011. An Introduction To Propensity Score Methods for Reducing The Effects of Confounding in Observational Studies. *Multivariate Beh. Res.*, 46: 399-424. <https://doi.org/10.1080/00273171.2011.568786>

- Becker SO, Caliendo M 2007. Sensitivity Analysis for Average Treatment Effects. *The Stata Journal* 7(1): 71-83. <https://doi.org/10.1177/1536867X0700700104>
- Bellemare MF 2012. As You Sow, So Shall You Reap: The Welfare Impacts of Contract Farming. *World Development*, 40(7): 1418-1434. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.12.008>
- Benmehaia MA, Brabez F 2018. Vertical Relationships and Food Supply Chain Coordination: The Case of Processing Tomato Sector in Algeria. *New Medit, A Mediterranean Journal of Economics, Agricultural and Environment*, 2: 3-14.
- Begum IA, Alam MJ, Buysse J, Frija A, Huylenbroeck GV 2012. Contract Farmer and Poultry Farm Efficiency in Bangladesh: A Data Envelopment Analysis. *Applied Economics*, 44(28): 3737-3747. <https://doi.org/10.1080/00036846.2011.581216>
- Bergsta SA, Sepriano A, Ramiro S, Landewe R 2019. Three Handy Tips and A Practical Guide To Improve Propensity Score Models. *RMD Open*, 5: 1-4.
- Bijman J 2018. Contract Farming in Developing Countries: An Overview. *Development Cooperation, Netherlands Ministry of Foreign Affairs*, 2008, pp. 27.
- Birthal PS, Jha AK, Tiongo MM, Narrod C 2008. Improving Farm-To-Market Linkages Through Contract Farming: A Case Study of Smallholder Dairying In India. Discussion Paper 00814. *Int. Food Policy Research Ins. Washington D.C.*, 2008, pp. 40.
- Brookhart A, Schneeweis S, Rothman K, Glynn R, Avorn J, Stürmer T 2006. Variable Selection For Propensity Score Models. *Am. J. Epidemiol*, 163(12): 1149-1156. <https://doi.org/10.1093/aje/kwj149>
- Caliendo M, Kopeinig S (2008) Some Practical Guidance For The Implementation of Propensity Score Matching. *Journal of Economic Surveys*, 22(1): 31-72. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2007.00527.x>
- Costales A, Son NT, Lapar ML, Tiongo M 2006. Smallholder Contract Farming of Swine in Northern Vietnam: Type and Scale of Production. *Pro-Poor Livestock Policy Initiative Research Report*.
- Diprete T, Gangl M 2004. Assessing Bias in the Estimation of Causal Effects: Rosenbaum Bounds on Matching Estimators and Instrumental Variables Estimation with Imperfect Instruments. *Sociological Methodology*, 34: 271-310. <https://doi.org/10.1111/j.0081-1750.2004.00154.x>
- Eaton C, Shepherd A 2001. Contract Farming: Partnerships for Growth. *Agricultural Services Bulletin* 145, FAO, Rome, 2001, pp.153.
- Engindeniz S 2008. Comparative economic analysis of contracted-based and non-contract tomato production in Izmir. *Alatarım*, 7(1): 44-51.
- GDMMB 2019. General Directory of Meat and Milk Board. Available at: [www.esk.gov.tr](http://www.esk.gov.tr) (Accessed: 15.05.2019).
- Guo H, Jolly RW, Zhu J 2005. Contract Farming in China: Supply Chain pr Ball and Chain? In *Proceedings of the Minnesota International Economic Development Conference, University of Minnesota*, 2005, April 29-30.
- Guo S, Fraser M W 2015. *Propensity Score Analysis: Statistical Methods And Applications*. SAGE Publications, London, UK, 409p.
- Gümüş AH 2019. A Study on The Marketing Situation of Turkey's Tobacco Production, its Problems And Recommendations for Alternative Marketing Types. PhD thesis, Ege University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Izmir, Turkey.
- Hu WY 2013. Effect of Contract Farming on the U.S. Crop Farmers' Average Return. *Agricultural Economics, CZECH*, 59(5): 195-201. <https://doi.org/10.17221/100/2012-AGRICECON>
- Khandker SR, Koolwal GB, Samad HA 2010. *Handbook on impact evaluation: Quantitative Methods*. Washington, DC, World Bank, 2010.
- Katchova AL 2010. Agricultural Contracts and Alternative Marketing Options: A Matching Analysis. *Journal of Agr. and Applied Economics*, 42(2): 261-276. <https://doi.org/10.1017/S1074070800003448>
- Key N, Runsten D 1999. Contract Farming, Smallholders, and Rural Development in Latin America: The Organization of Agro Processing Firms and the Scale of Out Grower Production. *World Development*, 27(2): 381-401. <https://doi.org/10.1111/1467-8276.00107>
- Key N, McBride W 2003. Production Contracts and Productivity in The U.S. Hog Sector. *American Journal of Agriculture Economics*, 85(1): 121-133. <https://doi.org/10.1111/1467-8276.00107>
- Leuven E, Sianesi B 2003. Psmatch2: Stata Module to Perform Full Mahalanobis and Propensity Score Matching, Common Support Graphing, and Covariate Imbalance Testing. *Statistical Software Components*.
- Little P D, Watts M 1994. *Living under contract: Contract Farming and Agrarian Transformation In Sub-Saharan Africa*. Univ of Wisconsin Press.
- Maertens M, Velde KV 2017. Contract Farming in Staple Food Chains: The Case of Rice in Benin. *World Development*, 95: 73-87. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.02.011>
- Mendola M 2007. Agricultural Technology Adoption and Poverty Reduction: A Propensity Score Matching Analysis for Rural Bangladesh. *Food Policy*, 32: 372-393. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.07.003>

- Minot N 2007. Contract Farming in Developing Countries: Patterns, Impact and Policy Implications, Case Study 6-3 Of The Program, Food Policy For Developing Countries: The Role Of Government In The Global Food System, 2007. 14p.
- Miyata S, Minot N, Hu D 2009. Impact of Contract Farming on Income: Linking Small Farmers, Packers, and Supermarkets in China. *World Development*, 37(11): 1781-1790.  
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.08.025>
- Mwambi MM, Oduol J, Mshenga P, Saidi M 2016. Does contract Farming Improve Smallholder Income? The Case Of Avocado Farmers in Kenya. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 6(1): 2-20.  
<https://doi.org/10.1108/JADEE-05-2013-0019>
- Newbold P 1995. *Statistics for Business and Economics*. Prentice-Hall, New Jersey, 1995.
- Porter G, Phillips-Howard K 1997. Comparing Contracts: An Evaluation of Contract Farming Schemes in Africa. *World Development*, 25(2): 227-238. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(96\)00101-5](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(96)00101-5)
- Rehber E 2007. *Contract farming: Theory and practice*. ICFAI University Press, Hyderabad, India, 2007.
- Rosenbaum PR, Rubin DB 1983. The Central Role of The Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, 70(1): 41-55.  
<https://doi.org/10.1093/biomet/70.1.41>
- Rosenbaum PR 2003. *Observational Studies*. 2nd ed. New York: Springer, 2002.
- Rubin DB 2001. Using Propensity Scores to Help Design Observational Studies: Application to the Tobacco Litigation. *Health Services and Outcomes Research Methodology*, 2(3): 169-188.  
<https://doi.org/10.1023/A:1020363010465>
- Sarma PK, Ahmed U, AKMA Al-Amin, Fatema K 2014. Determinants of Market Participation in Small Scale Beef Cattle Entrepreneurs: Evidence From Pabna and Sirajganj Districts of Bangladesh. *J. Sylhet Agril. Univ.*, 1(2): 289-297.
- Setboonsarng S, Leung P, Stefan A 2008. *Rice Contract Farming in Lao PDR: Moving From Subsistence to Commercial Agriculture*. ADB Institute Discussion Paper, 2008. N. 90. pp. 20.
- Sianesi B 2004. An Evaluation of the Swedish System of Active Labor Market Programs in the 1990s. *The Review of Economics and Statistics*, 86: 133-155.
- Turkstat, 2019. *Turkish Statistical Institute. Livestock statistics*. Available at: [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). (Accessed: March 15, 2019).
- Wang H, Mouster P, Thi Tan Log N 2014. Economic Impact of Direct Marketing and Contracts: The Case of Safe Vegetable Chains in Northern Vietnam. *Food Policy*, 47: 13-23. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.04.001>

## Feed Quality of New Sudan Grass Varieties

Sergey KAPUSTIN<sup>1</sup>, Alexander VOLODIN<sup>2</sup>, Andrey KAPUSTIN<sup>3</sup>, Nikolay SAMOKISH<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, 356241 Russia, <sup>1,4</sup>Stavropol State Agrarian University, 355017 Russia, <sup>3</sup>North Caucasus Federal University, 355017 Russia

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-3389-0340>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-2944-4241>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-7857-5988>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-0304-5995>

✉: [hpplus@bk.ru](mailto:hpplus@bk.ru)

### ABSTRACT

The present investigation was conducted to determine the feed quality of New Sudan grass varieties. On average, the highest plant height was found in Sudan grass variety Nika (274 cm) in 2019-2020. These rates in Sputnitsa and Aleksandrina were lower by 23 and 30 cm, respectively. The yield of green matter after two cuts in the new variety Nika was 41.0 t ha<sup>-1</sup> and 9.59 t ha<sup>-1</sup> of hay. These rates in the recognized varieties varied in the range of 35.0-36.0 t ha<sup>-1</sup> and 7.98-8.28 t ha<sup>-1</sup>. The maximum protein content for varieties Nika, Sputnitsa standard and Aleksandrina were 13.72%, 11.33%, and 11.72%, respectively. The fiber content in the air-dry matter was 25.20% in Nika, 26.01% in Sputnitsa and 26.03% in Aleksandrina. When determining the presence of metabolizable energy in sheep feed, it was found that the variety Nika contained 2.03 MJ, Aleksandrina – 1.96 MJ, Sputnitsa – 1.90 MJ in 1 kg of green matter. The new variety Nika also had similar maximum rate in 1 kg of hay and amounted to 8.79 MJ. Among the studied varieties of Sudan grass, the most significant amino acid content was also obtained in the variety Nika. The maximum rate of asparagine and glutamic acids in the air-dry matter of this variety was 1.84% and 1.38%, respectively. The dry matter of the variety Nika contains high level (0.5-1.0%) of the amino acids proline, glycine, alanine, valine, leucine, phenylalanine, and lysine. A significant amount of threonine, serine, isoleucine, tyrosine, and arginine amino acids (0.3-0.5%) was obtained in the air-dry matter of Sudan grass. The content of methionine and histidine amino acids in hay was low (less than 0.27%).

### Yeni Sudan Otu Çeşitlerinin Yem Kalitesi

#### ÖZET

Bu araştırma Yeni Sudan otu çeşitlerinin yem kalitesini belirlemek için yapılmıştır. Ortalama olarak en yüksek bitki boyu 2019-2020 yıllarında Sudan otu çeşidi Nika'da (274 cm) bulunmuştur. Sputnitsa ve Aleksandrina'daki bu oranlar 23 ve 30 cm daha düşük bulunmuştur. Yeni Nika çeşidinde iki kesimden sonra yeşil madde verimi 41.0 t ha<sup>-1</sup> ve saman miktarı 9.59 t ha<sup>-1</sup> bulunmuştur. Tanınan çeşitlerdeki bu oranlar, 35.0-36.0 t ha<sup>-1</sup> ve 7.98-8.28 t ha<sup>-1</sup> aralığında değişmiştir. Maksimum protein içeriği Nika çeşidinde (% 13.72), Sputnitsa standardında (% 11.33) ve Aleksandrina çeşidinde (% 11.72) bulunmuştur. Hava-kuru maddedeki lif içeriği Nika'da% 25.20, Sputnitsa'da% 26.01 ve Aleksandrina'da% 26.03 gözlenmiştir. Koyun yeminde metabolize edilebilir enerjinin varlığını bakıldığında, Nika çeşidinin 1 kg yeşil madde içinde 2.03 MJ, Aleksandrina - 1.96 MJ, Sputnitsa - 1.90 MJ içerdiği bulunmuştur. Yeni Nika çeşidin de benzer olarak 1 kg samanda maksimum 8.79 MJ içeriği elde edilmiştir. İncelenen Sudan çim çeşitleri arasında en belirgin amino asit içeriği Nika çeşidinde elde edilmiştir. Bu çeşidin hava-kuru maddesindeki maksimum asparagin ve glutamik asit oranı sırasıyla % 1.84 ve% 1.38 olmuştur. Nika çeşidinin kuru maddesi yüksek

### Research Article

#### Article History

Received : 15.04.2021  
Accepted : 15.06.2021

#### Keywords

Sudan grass  
Green and dry matter  
Nitrogen-free extract  
Metabolizable energy  
Amino acids

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 15.04.2021  
Kabul Tarihi : 15.06.2021

#### Anahtar Kelimeler

Sudan otu  
Yeşil ve kuru madde  
Azot içermeyen özüt  
Metabolize edilebilir enerji  
Amino asitler



seviyede (% 0.5-1.0) amino asit prolin, glisin, alanin, valin, lösin, fenilalanin ve lizin içerdiği bulunmuştur. Sudan çiminin havada kuru maddesinde önemli miktarda treonin, serin, izolösin, tirozin ve arginin amino asitleri (% 0,3-0,5) elde edilmiştir. Saman içindeki metiyonin ve histidin amino asit içeriği ise düşük (% 0.27'den az) bulunmuştur.

**To Cite:** Kapustin S, Volodin A, Kapustin A, Samokish N 2022. Feed Quality of New Sudan Grass Varieties. KSU J. Agric Nat 25 (2): 400-405. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.916295>.

## INTRODUCTION

The creation of a solid forage reserve for animal husbandry in the North Caucasus region is closely related to the cultivation of forage crops that would ensure high and sustainable yields at minimal cost. It is important to expand the sowing of drought-tolerant, high-yielding, high-afterfeed forage crops (Kapustin et al., 2018; Kapustin et al., 2019). One of which is Sudan grass. Sudan grass has a strong root system, and is resistant to soil and atmospheric droughts. In dry years it is superior in the yield of green matter to not only corn, but also annual and perennial grasses (Kapustin et al., 2020). In the Stavropol Territory, up to 70% of the cultivated area of annual forage crops is occupied by Sudan grass. The possibility of sowing in several terms, the ability to produce high yields of green matter and afterfeed before autumn frost make it a good component of the green forage chain (Mut et al., 2017; Kuznetsov et al., 2018).

Published studies (Goulart-Machado et al., 2018; Vasin et al., 2018) state that pure sowing of Sudan grass has insufficient protein content. The use of fertilizers increases the content of amino acids, Ca, K, P and Mg in the forage. The percentage of protein in plants positively correlates with the amount of nitrogen in the soil (Wynd et al., 1947; Tang et al., 2015; Kosogova et al., 2020).

In dry years, mixed sowing of Sudan grass with corn and legumes is highly effective (Stojanovic B et al., 2020). The expansion of the crops under study required the creation of new varieties adapted to the local edaphoclimatic conditions. The breeding center North Caucasus Federal Agrarian Research Centre developed a program and identified the main areas of breeding work for the creation of new varieties of Sudan grass. As a rule, the growth and development of the crop take place in the conditions of drought and acceleration. The preemergent period was 5-7 days. The crop emergence was reduced to 60-70%.

All those things affect the yield of green matter and the subsequent regrowth of plants. Using hybridization on a sterile and fertile basis, as well as the method of selection with following self-pollination, new varieties of Sudanese grass Zemlyachka, Sputnitsa, Nika, adapted to the conditions of the local arid climate, were obtained from the hybrid population.

Along with the improvement of the variety assortment of sorghum crops, the elements of agricultural cultivation techniques and the qualitative composition of the green and dry matter of new varieties were updated (Sonmez et al., 2016; Cole et al., 2017; Baranovsky et al., 2019; Baranovsky et al., 2020). Due to the significant differences in the content of the main nutrients in fodder production, chemical feed analysis is carried out, which allows to evaluate nutrient density chemically. Reliable methods for evaluation of nutrient density have been developed. They make it possible to organize feeding in such a way that minimum feed consumption gives the maximum amount of animal products (Volgin et al., 2008).

This research was conducted to evaluate determine the content of protein, fat, fiber, metabolizable energy of the fodder and the level of amino acids in the raw material and air-dry matter.

## MATERIALS and METHOD

The identification of indicators of chemical analysis and the amino acid content of green matter and hay was performed in the certified scientific laboratory "Feed and Metabolism" at the Stavropol State Agrarian University. The content of 16 out of 22 amino acids was determined (Volgin et al., 2008).

The studies on the quality of fodder in new varieties of Sudan grass were carried out using field and laboratory experiments at the experimental field of North Caucasus Federal Agrarian Research Centre in 2019-2020. The soil cover of the field was typical chernozem. The depth of humus horizons was 120 cm, the humus level in the plow layer was 3.2%. The level of active forms of mineral nutrition in the soil was average. Insufficient precipitation, combined with high air and soil temperatures in late summer, contributed to the manifestation of drought in the years of the experiments.

In the competitive test, three varieties of Sudan grass were sown, of which two varieties were developed by breeders of North Caucasus Federal Agrarian Research Centre – Sputnitsa (standard) and new variety Nika, which is undergoing state testing of new varieties. The variety Aleksandrina was developed in the Agricultural Research Center "Donskoy". The area of the registration plot was 25 m<sup>2</sup>, the number of replications was 4, the width of space between rows

was 70 cm, and the sowing time was May 12. During observations and records, “Methodology of the state testing of new varieties of agricultural plants” was used (Fedin, 1985).

The statistical analysis of the experimental results was carried out by analysis of variance according to the method of B.A. Dospekhov (Dospekhov, 1985). Harvesting of Sudanese grass plants was carried out in the phase of the beginning of the appearance of panicles. Mineral fertilizing and watering were not carried out in the experiment. The experimental scheme did not provide for the use of aphids and bacteria.

The identification of indicators of chemical analysis and the amino acid content of green matter and hay was performed in the certified scientific laboratory “Feed and Metabolism” at the Stavropol State Agrarian University. The content of 16 out of 22 amino acids was determined (Volgin et al., 2008).

## RESULTS and DISCUSSION

Sudan grass is suitable for use and making of green matter, silage, haylage, dry fodder, grass meal, and grazing. On average, the duration of the growing season from shoots to blooming period of panicles in the standard variety Sputnitsa was 60 days for 2019-2020. In the varieties Nika and Aleksandrinas this

period was about 65-67 days. The duration of this period depended on the biological and morphological characteristics of the studied varieties.

The maximum energy of early growth on the 30th day of the growing season was in the variety Nika (93 cm). In the standard variety Sputnitsa, the same rate of growth was 86 cm, and the variety Aleksandrinas had 82 cm. The records of the height of plants in the milky-waxy stage of ripeness show that the highest rate of this trait was also in Sudan grass Nika (274 cm). According to the rate, Sputnitsa and Aleksandrinas were 23 and 30 cm lower. All of the studied varieties are highly resistant to lodging, aphid damage and bacteriosis.

After two cuts, the yield of green matter of the new variety Nika was 41.0 t ha<sup>-1</sup> and 9.59 t ha<sup>-1</sup> of hay. The yield of green matter of recognized varieties Sputnitsa and Aleksandrinas was 5-6 t ha<sup>-1</sup> less and varied in the range of 35.0-36.0 t ha<sup>-1</sup>. The hay yield of these varieties was 7.98-8.28 t ha<sup>-1</sup>.

The experiment includes the quality evaluation of the green matter and hay of three varieties of Sudan grass. According to the data in Table 1, the quality indicators were determined in green matter (raw material) and hay (in the air-dry matter). Samples were taken from the clip of the first growth of Sudan grass and from the aftergrass.

Table 1. Chemical analysis of green matter and hay of Sudan grass (2019-2020)

*Çizelge 1. Yaş ve kuru Sudan otunun kimyasal analizi (2019-2020)*

Sudan grass variety	Cuts	Total moisture, %	Crude protein, %	Crude fat, %	Crude fiber, %	Crude ash, %	NFE, %	Metabolizable energy, MJ kg <sup>-1</sup>
<b>in the raw material</b>								
Sputnitsa, St	the first cut	79.1	2.36	0.20	5.58	1.48	11.28	1.95
	the second cut	80.4	2.23	0.26	4.96	1.44	10.70	1.85
Nika	the first cut	78.4	2.93	0.23	5.18	1.44	11.82	2.10
	the second cut	79.5	2.84	0.27	5.42	1.39	10.58	1.96
Aleksandrinas	the first cut	79.1	2.84	0.26	5.34	1.31	11.15	2.02
	the second cut	79.8	1.99	0.25	5.36	1.33	11.28	1.89
<b>LSD 0.05</b>		3.17	0.11	0.01	0.21	0.05	0.45	0.08
<b>in the air-dry matter</b>								
Sputnitsa, St	the first cut	7.58	11.27	0.96	26.70	7.10	46.39	8.28
	the second cut	6.92	11.38	1.35	25.32	7.35	47.68	8.51
Nika	the first cut	7.39	13.57	1.06	23.98	6.65	47.35	8.86
	the second cut	6.90	13.86	1.32	26.42	6.77	44.73	8.72
Aleksandrinas	the first cut	7.63	13.58	1.26	25.55	6.25	45.73	8.75
	the second cut	6.58	9.86	1.23	26.51	6.58	49.24	8.35
<b>LSD 0.05</b>		0.28	0.52	0.05	1.09	0.28	1.78	0.35

After the second cut, the total moisture content in the green matter was 0.7-1.3% more than after the first cut. However, the air-dry matter had the opposite results. After the second cut, the hay of all varieties had 0.49-1.05% less moisture than after the first cut due to the intense hot weather during the second half of the summer.

The organic part of the feed consists of nitrogenous

(protein) and nitrogen-free substances (fat, fiber, nitrogen-free extracts). Crude protein is the total amount of nitrogen-containing substances in the feed. It was determined by the Kjeldahl method. The maximum protein content was found in the new variety Nika at the average rate of 13.72% after two cuts, the standard Sputnitsa had 11.33%, and the variety Aleksandrinas – 11.72%. After the second cut

of the varieties of Stavropol selection, the content of crude fat in the green matter was 0.04-0.06% more than after the first cut. The content of this indicator in hay was similar to the green matter. The differences varied in the range of 0.26-0.39%. As for the variety Aleksandrina, there were no significant differences in this trait depending on the time of cut.

The nutritional value of crude fiber depends on the cellulose content, the degree of lignification and vegetative stages of plants. The cellulose predominates in the cell wall among young plants. A certain regularity of crude fiber content depending on the cut time was not observed. It was found that, on average, the fiber content in the new variety of Sudan grass Nika in dried hay after two cuts was 25.20%, in the varieties Sputnitsa – 26.01, Aleksandrina – 26.03%. The decrease in the variety Nika in comparison with the standard was 0.81%.

The ash content in both methods of use did not depend on the cut period and was more significant in the variety Sputnitsa. The main representatives of nitrogen-free extracts (NFE) are amyllum, sugars, and pentosans. The amyllum content in plants is influenced by climate conditions, methods of feed preparation and storage. In our research, the presence of NFE did not depend on the cut period, and on average after two cuts air-dry matter of Nika variety contained 46.14%, Sputnitsa standard had 47.04%, and the maximum percentage was 47.49% in the variety Aleksandrina.

The metabolizable energy is a part of gross energy in the feed, which is necessary to ensure a certain level of vital activity, biosynthesis and deposition in the substances of the product. The determination of the presence of metabolizable energy in the feed for sheep was carried out. It was found that on average, for two cuts, 1 kg of green matter of the variety Nika contained 2.03 MJ, Aleksandrina – 1.96, Sputnitsa – 1.90 MJ. In 1 kg of hay, the presence of similar rates also turned out to be the maximum in the new variety Nika and amounted to 8.79 MJ, the standard Sputnitsa had 8.40, Aleksandrina – 8.55 MJ. There is an increasing tendency for metabolizable energy for sheep in the green matter and hay during the first cut, in comparison with the second cut.

The content of 16 amino acids, presented in Table 2, was determined in the samples of green matter and hay, which were taken during the second cut from three studied varieties of Sudan grass. All amino acids are the building blocks of proteins. After the protein digestion, the body receives specific amino acids. Some of them are replaceable, the body is able to produce them and irreplaceable (can only be obtained through nutrition).

The replaceable amino acids are serine, glutamic and aspartic acids, proline, glycine, alanine, tyrosine, and

arginine. The irreplaceable are threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, histidine. Although these amino acids are not produced by the body, but valine, isoleucine, threonine, which are needed for wound healing and immune system stimulation, are also necessary for the formation of hemoglobin, and regulation of neurological issues. Leucine, phenylalanine and histidine regulate blood sugar levels. They are the raw material for insulin, they prevent hypertension, atherosclerosis, heart attacks. Threonine, along with lysine, alanine and aspartic acid, activate the production of antibodies, which strengthens the immune system.

The highest percentage in the air-dry matter of Sudan grass had aspartic and glutamic acids (1.10-1.84%). Aspartic acid is a replaceable amino acid. It plays an important role for the proper functioning of the nervous and endocrine systems, provides the hormone production (testosterone, etc.). Glutamic amino acid can be found in the brain and spinal cord, plasma, and the fluid part of the muscles. It regulates the balance of alkali and acids, provides the production of new cells and prevents early aging.

Among three studied varieties of Sudan grass, the new variety Nika had the maximum content of these two amino acids (1.84% and 1.38%). Similar results were obtained in the green matter. As for the rest of the amino acids, their maximum content was also obtained in the new variety Nika.

The content of proline, glycine, alanine, valine, leucine, phenylalanine, lysine amino acids had a high percentage (0.5-1.0%) in dry matter. A significant presence of amino acids (0.3-0.5%) in the air-dry matter of Sudan grass was obtained from: threonine, serine, isoleucine, tyrosine, arginine. Low content of amino acids (less than 0.25%) in hay was found in methionine and histidine.

## CONCLUSION

The varieties of Sudan grass which were identified in 2019-2020 in the seed field of competitive variety trial were well selected, had a complex of positive economically valuable characteristics, and were resistant to dry conditions. The Sudan grass variety Nika excelled in terms of the green matter yield, the early growth rate and the the plants height.

Chemical of green matter and hay showed that Nika was superior to the standard varieties in terms of protein content by 2.0-2.39% and sustained the best values of fiber and metabolizable energy.

Among the studied varieties of Sudan grass, the new variety Nika had the highest percentage of amino acids. The maximum presence of aspartic and glutamic amino acids in the air-dry matter of this variety was 1.84 and 1.38%, respectively.

Table 2. Amino acid content of green matter and hay of Sudan grass in 2019-2020  
*Çizelge 2. Yaş ve kuru Sudan otunun amino asit içeriği (2019-2020)*

Name of the Sudan grass	Amino acids, %							
	Aspartic acids (Asp)	Threonine (Thr)	Serine (Ser)	Glutamic acid (GLu)	Proline (Pro)	Glycine (GLy)	Alanine (Ala)	Valine (Val)
in the raw material								
Sputnitsa St	0.22	0.08	0.09	0.23	0.15	0.10	0.13	0.11
Nika	0.38	0.10	0.11	0.28	0.21	0.11	0.14	0.14
Aleksandrina	0.24	0.07	0.08	0.22	0.01	0.09	0.11	0.10
<b>LSD 0.05</b>	0.01	0.003	0.014	0.01	0.005	0.004	0.005	0.05
in the air-dry matter								
Sputnitsa St	1.13	0.43	0.48	1.19	0.76	0.50	0.65	0.54
Nika	1.84	0.49	0.56	1.38	1.00	0.55	0.67	0.69
Aleksandrina	1.17	0.37	0.42	1.10	0.62	0.43	0.55	0.51
<b>LSD 0.05</b>	0.056	0.02	0.021	0.053	0.036	0.021	0.031	0.026

Name of the Sudan grass	Amino acids, %							
	Methionine (Met)	Isoleucine (Lie)	Leucine (Leu)	Tyrosine (Tyr)	Phenylalanine (Phe)	Histidine (His)	Lysine (Lys)	Arginine (Arg)
in the raw material								
Sputnitsa St	0.03	0.08	0.16	0.08	0.10	0.05	0.11	0.10
Nika	0.03	0.09	0.17	0.09	0.12	0.05	0.13	0.11
Aleksandrina	0.03	0.08	0.15	0.07	0.09	0.04	0.10	0.08
<b>LSD 0.05</b>	0.002	0.003	0.006	0.003	0.004	0.02	0.04	0.04
in the air-dry matter								
Sputnitsa St	0.15	0.39	0.84	0.40	0.51	0.24	0.58	0.50
Nika	0.15	0.46	0.85	0.42	0.57	0.26	0.62	0.50
Aleksandrina	0.14	0.38	0.72	0.33	0.44	0.19	0.48	0.40
<b>LSD 0.05</b>	0.007	0.02	0.04	0.017	0.025	0.011	0.025	0.023

### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

### REFERENCES

- Baranovsky AV, Kapustin SI, Kapustin AS 2019. The study of modern hybrids of grain sorghum in the conditions of the steppe zone. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science-IJEES*, 9(4): 717-722. DOI: 10.31407/ijeess9417.
- Baranovsky AV, Sadovoy AS, Kapustin SI, Kapustin AS 2020. Optimization of sowing time for grain sorghum and millet. *Bioscience research*, 17(2): 1121-1128.
- Cole MR, Eggleston G, Petrie E, Uchimiya SM, Dalley C 2017. Cultivar and maturity effects on the quality attributes and ethanol potential of sweet sorghum. *Biomass and Bioenergy*, 96: 183-192. DOI: 10.1016/j.biombioe.2016.12.001
- Dospekhov BA 1985. *Methods of field experience*. Moscow: Agropromizdat.
- Fedin MA 1985. *Methodology of state crop variety testing of cultivated plants*. Moscow: Publishing House of the Ministry of Agriculture of the USSR.
- Goulart-Machado R, Saccol-De Sá EL, Hahn L, Pilatti-Santana WL 2018. Inoculation of plant growth promoting rhizobia in Sudan grass (*Sorghum × sudanense* (Piper) Stapf cv. Sudanense) and millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. cv. BRS1501). *Acta Agronomica*, 67(1). DOI: 10.15446/acag.v67n1.55849
- Kapustin SI, Volodin AB, Kapustin AS 2018. Inheritance of morphological and fertile characters in heterozygous sorghum hybrids. *Ukrainian journal of ecology*, 8(3): 273-281.
- Kapustin S, Volodin A, Kapustin A 2019. Comprehensive Assessment of New Varieties Hybrids Sugar Sorghum in the Conditions of South Russia. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*, 6(6): 11512-11517.



- Kapustin SI, Volodin AB, Kapustin AS 2020. Process of the selection of Sorghum-Sudank hybrids in arid conditions Steppe zone. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science-IJEES*, 10(2): 331-336. DOI: 10.31407/ijeess10.212
- Kosogova TM, Baranovsky AV, Kapustin SI, Kapustin AS 2020. The effect of nitrogen fertilizers on the productivity of grain sorghum. *Bioscience research*, 17(1): 228-234.
- Kuznetsov IY, Akhiyarov BG, Asylbaev IG, Davletov FA, Sergeev VS, Abdulvaleyev RR, Valitov AV, Mukhametshin AM, Ayupov DS, Yagafarov RG 2018. The effect of Sudan grass on the mixed sowing chemical composition of annual forage crops. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13: 6558-6564. DOI: 10.3923/jeasci.2018.6558.6564.
- Mut H, Gulumser E, Dogrusoz ME, Basaran U 2017. Effect of different nitrogen levels on hay yield and some quality traits of sudan grass and sorghum ..sudan grass hybrids. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 17(2): 269-278. DOI: 10.5958/0974-181x.2017.00026.9
- Stojanovic B, Dordevic N, Simic A, Bozickovic A, Davidovic V, Ivetic A 2020. The in vitro protein degradability of legume and sudan grass forage types and ensiled mixtures. *Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 67(4): 419-425. DOI: 10.33988/auvfd.702257
- Sonmez O, Pierzynski G, Kaya C, Aydemir S 2016. The evaluation of diffusive gradients in thin films (DGT) and CaCl<sub>2</sub> extraction on phosphorus-zinc interaction in sudan grass. *Pakistan Journal of Botany*, 48(1): 393-397.
- Tang CC, Luo F, Li XY, Pei ZY, Gao JM, Sun SJ 2015. Responsiveness of sweet sorghum in yield and quality related traits to environmental factors. *Acta Agronomica Sinica (China)*, 41(10): 1612-1618. DOI: 10.3724/SP.J.1006.2015.01612
- Vasin VG, Tcybulskii AV, Kiseleva LV, Kozhevnikova OP, Saniev RN, Adamov AA 2018. Productivity, Quality, And Amino Acid Composition Of Sudan Grass And Sunflower Mixtures Grown With Soybean And/Or Spring Vetch For Haylage-Silage Use. *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences*, 9(5): 1230-1241.
- Volgin VI, Romanenko LV, Prokhorenko PN 2008. The method of calculating the metabolizable energy in feed based on the content of raw nutrients. *Dubrovitsy: Publishing House of the Research Institute of Animal Husbandry of the Russian Agricultural Academy*.
- Wynd FL, Noggle GR 1947. Effects of selected chemical properties of soils on protein content of sudan grass. *Lloydia*, 10(2): 136-144.

## Comparison of The Growth Characteristics of Alpine X Damascus Crossbred and Damascus Kids

Gizem MUTLUKOCA<sup>1</sup>, Mahmut KESKİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı Antakya-HATAY, <sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Antakya-HATAY

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2259-1724>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8147-2477>

✉: mkeskin@mku.edu.tr

### ABSTRACT

Alpine and Damascus goats were crossbred in a private goat farm established in Adana that engaged in raising Damascus goat in order to develop a goat genotype that will give more milk in the hot and humid climate in summer of Çukurova region. In this study, the growth characteristics between birth and weaning of the crossbred kids were compared with Damascus kids. The animal material for the study consisted of 136 head of pure Damascus goats and 32 head of Damascus goats crossbred with Alpine goat as well as their kids. The kids were fed with their dams' milk (average 0.70 litre / head / day) for the first 15 days after birth. After this period, a mixture containing 60% goat milk and 40% kid food was used in the feeding of the kids. Kids that given kid rearing concentrate and alfalfa hay after 10th days age were weaned at the age of 60 days. At the end of the study, birth weights, weaning weights and survival rate at weaning of the crossbred and Damascus kids were determined as  $2.5 \pm 0.07$  kg and  $2.7 \pm 0.05$  kg ( $P < 0.05$ ),  $10.3 \pm 0.11$  kg and  $9.5 \pm 0.06$  kg ( $P < 0.01$ ), 75.6% and %86.3, respectively. In conclusion; Damascus goats had more live weight at birth, but this difference was reversed at weaning. On the other hand, the average survival rate was lower in the crossbreeds.

### Research Article

#### Article History

Received : 01.04.2021

Accepted : 04.06.2021

#### Keywords

Birth weight

Weaning weight

Survival rate

## Alpin X Şam Keçisi Melezi ile Şam Keçisi Oğlaklarının Büyüme Özelliklerinin Karşılaştırılması

### ÖZET

Adana ilinde kurulu bulunan ve Şam keçisi yetiştiriciliği yapan özel bir işletmede Çukurova'nın yaz mevsimindeki sıcak ve nemli ikliminde fazla süt verecek keçi genotipi geliştirmek amacı ile Alpin x Şam keçisi melezi yapılmıştır. Bu çalışmada doğum ve süten kesim arası dönemde melez oğlakların büyüme özellikleri Şam keçisi oğlakları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın hayvan materyalini 136 baş saf Şam keçisi ile 36 baş Şam ve Alpin keçisi melezi ve onların oğlakları oluşturmuştur. Oğlaklar ilk 15 gün annelerinin sütü ile (0.70 litre / baş / gün) beslenmişlerdir. Bu dönemden sonra % 60 anne sütü ve %40 oğlak mamasından oluşan karışım oğlakların beslenmesinde kullanılmıştır. On günlük yaştan itibaren oğlak büyütme yemi ve yonca kuru otu verilen oğlaklar 60 günlük yaşta süten kesilmişlerdir. Çalışma sonunda melez ve Şam keçisi oğlaklarında sırası ile doğum ağırlıkları  $2.5 \pm 0.07$  kg ve  $2.7 \pm 0.05$  kg ( $P < 0.05$ ), süten kesim ağırlıkları  $10.3 \pm 0.11$  kg ve  $9.5 \pm 0.06$  kg ( $P < 0.01$ ), süten kesimde yaşama güçleri %75.6 ve %86.3 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak; Şam keçileri doğumda daha fazla canlı ağırlığa sahip olmuşlar ancak bu farklılık süten kesimde tersine dönmüştür. Diğer taraftan melezlerde yaşama gücü daha düşük seviyede olmuştur.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 01.04.2021

Kabul Tarihi : 04.06.2021

#### Anahtar kelimeler

Doğum ağırlığı

Süten kesim ağırlığı

Yaşama gücü

## INTRODUCTION

Although Turkey has sufficient protein consumption per person, the lack of animal protein consumption is concerning. While the milk production per capita availability in the country is at a similar level with the European Union countries with approximately 270 litres, the insufficiency of red meat production, which is around 14 kg per capita (Anonymous, 2020a; Anonymous 2020b), draws attention. This situation demonstrates itself in the recent increase in meat prices and with the importation of live animals or red meat in order to balance the price. The share of both cow's milk and beef production in Turkey's milk and red meat production is approximately 90%. The share of goats in the production of these products is approximately 3% (Anonymous, 2020b). As stated by Kosum et al. (2019), goat meat has a fat content with 50-65% lower than beef, while similar proteins content. It also has 42-59% less fat than lamb meat. Moreover, saturated fats in goat meat are less than poultry (except skin), pork and lamb meats. Regardless of breed, age or region, the goat is an important source of high quality proteins, healthy fats (based on the ratio of unsaturated fats to saturated fat) and low cholesterol intake. Calcium and sodium in goat meat is low but contains high levels of iron, potassium and essential amino acids. In other words, goat meat is in the category of quality meats.

Goat milk is known to have special features and it contributes insufficient ratio in total milk production in Turkey, so its production level is needed to increase. Since goat milk is preferred for the production of cheese, ice cream and baby food, this can be assumed that there will be no marketing problem when the production amount is increased. On the other hand, goat meat is preferred by people living in certain regions, especially mountainous regions, in Turkey. Although there is perception in society that goat meat can cause diarrhea but, this has nothing to do with the truth. Because there is no literature on goat meat causing diarrhea. Especially, goat meat produced from young and castrated male individuals is a product that can be consumed by all parts of society in terms of its muscle: fat ratio and other quality characteristics.

Goat breeding should be discussed separately to solve the lack of goat milk and particularly the red meat supply problem in Turkey. In this context, how many goats are needed in the country and which breeds they should consist of on regional or even province and district basis are the issues that need to be carefully planned.

Besides the planning deficiency, the other important problem goat production in Turkey is the inability to provide quality breeding stock. In the country, Hair

goat and Kilis goat rearing should be continued in different regions under extensive or semi intensive conditions. However, intensive rearing with dairy goat breeds could be preferred in areas close to large centres. Unfortunately, it is not always possible to meet the quality breeding stock required for such a policy from within the country. On the other hand, when dairy goats are preferred in dairy farms, improving environmental conditions becomes even more important.

Damascus goats, an important genetic material for Turkey, is a goat breed whose breeding has become widespread in recent years, particularly in Hatay, Kilis and Gaziantep provinces. The lactation milk yield of these goats, which are raised in lowland regions with hot and dry climates during the summer months, is 300-600 liters and the lactation length is 250-280 days. Live weight is 60-90 kg in males and 50-60 kg in females and litter size is 150-200% (Keskin et al., 2004; Keskin et al., 2016; Gül et al., 2016).

Alpine goat, known for its very good lactation properties, is a dairy goat breed that has spread to almost every region of the world. The lactation milk yield and lactation period of this breed are 700-800 litres and 240-280 days, respectively (Özcan, 1989; Dickson-Urdaneta et al., 2000; Klir et al., 2015).

The increasing interest in goat milk leads the breeders to seek breeding stocks with high milk yield in hot climatic conditions. This crossbreeding study was carried out by a goat breeder who evaluates that crossbreeding of Damascus goats, which have a wide variation in terms of milk yield despite being a warm climate animal (Keskin et al., 2004; Keskin et al., 2016; Gül et al., 2016), with Alpine goat would give good results. The study in which F<sub>1</sub> crosses were currently obtained will be continued until B<sub>1</sub> crossbreeding, if necessary, according to the yield levels of the goats.

Growth performance of born animals for the period until weaning as well as reproductive efficiency are important issues in crossbreeding studies aiming to increase meat or milk yield. Because these features are important both in terms of showing the adaptation of the new developed genotype and in terms of sustainability and profitability. This study was carried out with the aim of evaluating the obtained crossbred genotype (F<sub>1</sub>) and Damascus goat kids in terms of growth and survival characteristics.

## MATERIALS and METHODS

All experimental procedures were carried out according to the permission given by Mustafa Kemal University Local Ethics Committee numbered 2019/07-08.

The animal material for the study consisted of 136

head of pure Damascus goats and 32 head of Damascus goats crossbred with Alpine goat as well as their kids. In Turkey, Alpine x Damascus crossbreeding was carried out for the first time in this study and all of the kids born were included in the trial. For this reason, sampling and power analysis were not performed in the study. The study was carried out in a dairy goat breeding farm established in the village of Salbaş in Adana province.

The goats that gave birth were fed with concentrate feed containing 15-16% crude protein and 2700 kcal metabolizable energy per kg dry matter and alfalfa hay. They were given an average of 1 kg / day concentrate (Table 1) and 1 kg / day alfalfa hay per animal.

Table 1. The nutrient content of concentrate feed for goat used in the study

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan keçi kesif süt yeminin besin madde içeriği

Main components	Amount (%)	Additives	Amount
Crude protein	16	Vitamin A	13.000 IU
Crude fat	5.1	Vitamin D3	4.000 IU
Ash	8.5	Vitamin E	50 mg
Crude fiber	13.2		
Sodium	0.36		
Calcium	0.95		

Since there was no oestrus synchronization application in the trial flock, the births continued for approximately 3 months (January - March period). It was ensured that each kid could suck their mother after birth. The kids were fed with their dams' milk (average 0.70 litre / head) for the first 15 days after birth. For the profitability of the dairy production enterprise, after this period, a mixture containing 60% goat milk and 40% kid food (Table 2) was used in the feeding of the kids. This mixture was given to the kids as 0.95, 1.2 and 1.0 litres per animal between 15<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> days, 31<sup>st</sup> and 45<sup>th</sup> days, 46<sup>th</sup> and 60<sup>th</sup> days, respectively. Each kid who reached the age of 60 days was weaned individually.

Table 2. Nutritional composition of kid food (Sprayfo ®) used in the study

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan oğlak mamasının (Sprayfo ®) besin madde içeriği

Main components	Amount (%)	Additives	Amount
Crude protein	22	Vitamin A	40.000 IU
Crude fat	2.2	Vitamin D3	2.000 IU
Ash	9.0	Vitamin E	300 mg
Crude fiber	0.0		
Sodium	0.70		
Calcium	0.95		

Kid rearing feed (Table 3) containing 18% crude protein and 2800 kcal metabolizable energy per kg dry matter and alfalfa hay were given to kids ad libitum from the age of 10 days to the weaning time.

Body weight for each kid was determined by an electronic scale with an accuracy of 10 g and with 15 days interval during the period from birth to weaning.

Table 3. Nutritional composition of kid rearing feed used in the study

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan oğlak büyütme yeminin besin madde içeriği

Main components	Amount (%)	Additives	Amount
Crude protein	20	Vitamin A	10.000 IU
Crude fat	2.8	Vitamin D3	1.200 IU
Ash	8	Vitamin E	30 mg
Crude fiber	9.5		
Sodium	5.0		
Calcium	13.0		

As birth characteristics in the experiment; the number of goats giving birth as single, twins and triplets, the number of kids born and the number of weaned kids were calculated. By using this data, pregnancy rate, kidding rate, birth type rate, kid yield at birth and survival rate were calculated using the formulas given below (Özcan, 1989).

Litter size (%) = (number of kid at birth/ number of goat giving birth) x 100

Survival rate (%) = (number of kids at weaning / number of kid at birth) x 100

Single kidding rate (%) = (number of goats with single kid / number of goat giving birth) x 100

Twin birth rate (%) = (number of goat with twin kids / number of goat giving birth) x 100

Triplet birth rate (%) = (number of goats with triplet kids / number of goat giving birth) x 100

The data were analysed using SPSS (23) GLM UNIVARIATE and MEANS were used for evaluating basic statistical parameters. GLM was used for the evaluation of kids' growth performance. The Duncan post hoc test was used to identify significant differences between least square means (Efe et al., 2000). The model used for the evaluation was:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \lambda_l + \epsilon_{ijklm}$$

$Y_{ijklm}$ , recorded value of the  $m^{\text{th}}$  animal in the  $i^{\text{th}}$  year,  $j^{\text{th}}$ sex,  $k^{\text{th}}$  farm, and  $l^{\text{th}}$  birth type

$\mu$ , mean of population

$\alpha_i$ , effect of breed/ genotype,  $i = 1$ : Damascus,  $2$ : Alpine x Damascus crossbred

$\beta_j$ , effect of sex,  $j = 1$ : Female,  $2$ : Male

$\gamma_k$ , effect of birth period,  $k = 1$ : Before February 15,  $2$ : Between 16-28 February,  $3$ : Between 1-15 March,  $4$ : After March 16

$\lambda_l$ , effect of birth type,  $l = 1$ : Single,  $2$ : Twin,  $3$ : Triple

$\epsilon_{ijkl}$ , was the random error.

Reproductive parameters were analysed by chi-square test in the SPSS (Efe et al., 2000). Significant



differences between groups were evaluated at  $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$ , and  $P < 0.001$ .

## RESULTS and DISCUSSION

Reproductive characteristics of the goats are given in Table 4. As it can be seen from this table, the yields of kids at birth in groups consisting of Damascus goats and crossbred goats were calculated as 138.2% and 140.6%, respectively. One head of goat in the Alpine x Damascus crossbreed goats gave birth to triplets, but two of them were born dead. Since the goats giving birth to both genotype groups are Damascus goats, these values, which are very close to each other, can be accepted as normal. However, the difference in results in this table is that although statistically insignificant, the group with pure Damascus goats has a higher survival rate (86.2% and 75.6%, respectively) compared to the crossbreeds. This may be due to the fact that the rate of domestic goat blood in crossbreeds is 50%. The twin and triplet birth rates determined in the current study (Table 4) were similar to the rates reported by Keskin et al.

(2016) for Damascus goats as 41.73% and 4.08%, respectively.

The effects of genotype groups and birth types on the body weight of kids are given in Table 5. The birth weight of Damascus goats was higher than the Alpine x Damascus (AD) crossbred kids ( $P < 0.05$ ). The average birth weight value calculated for Damascus goats in the present study was similar to the birth weight reported as 2.92 kg for the same breed by Hermiz et al. (2008). On the other hand, this value is lower than the birth weight values reported by different researchers between 3.2 and 4.16 kg for the same breed (Taşkın et al., 2000; Keskin and Biçer, 2002; Tabbā et al., 2005; Ahtash et al., 2008; Hermas et al., 2010; Keskin et al., 2016). Since the present study is one of the few studies in which Alpine x Damascus goat crossbreeding was conducted, any literature on this crossbreeding could not be found. On the other hand, there are different studies in which Alpine goats and local breeds raised in different parts of the world were crossbred.

Table 4. Reproductive traits of the experimental does

*Çizelge 4. Deneme keçilerinin üreme özellikleri*

Traits	Damascus	Alpine x Damascus	P	X <sup>2</sup> values
Number of does giving birth	136	32		
Number of does giving single birth	88	18		
Number of does giving twin birth	42	13		
Number of does giving triplet birth	6	1		
Number of kid at birth	188	45		
Number of kids at weaning	162	34		
Single birth rate (%)	64.7	56.3		
Twin birth rate (%)	30.9	40.6	>0.05	2.201
Triplet birth rate (%)	4.4	3.1		
Survival rate at weaning (%)	86.2	75.6	>0.05	3.249
Kid yield at birth (%)	138.2	140.6	>0.05	2.979

Table 5. Influences of genotype and birth type on the live weight of kids (kg; mean ± standard error)

*Çizelge 5. Genotip ve doğum tipinin oğlakların canlı ağırlıklarının (kg; ortalama ± standart hata) üzerine etkileri*

Live weight (kg)	Birth	at 15 <sup>th</sup> day	at 30 <sup>th</sup> day	at 45 <sup>th</sup> day	at 60 <sup>th</sup> day
Genotype					
Alpine x Damascus	2.5±0.07 (45)	4.0±1.12 (35)	5.7±0.18 (34)	8.0±0.12 (34)	10.3±0.11 (34)
Damascus	2.7±0.05 (188)	4.5±0.06 (171)	6.1±0.06 (162)	7.7±0.06 (162)	9.5±0.06 (162)
P	<0.05	<0.01	<0.05	>0.05	<0.01
Birth type					
Single	2.8±0.07 <sup>a</sup> (106)	4.5±0.76 <sup>a</sup> (98)	6.3±0.09 <sup>a</sup> (90)	8.0±0.07 <sup>a</sup> (90)	9.9±0.08 <sup>a</sup> (90)
Twin	2.6±0.06 <sup>ab</sup> (109)	4.3±0.08 <sup>a</sup> (95)	5.8±0.09 <sup>b</sup> (93)	7.5±0.08 <sup>b</sup> (93)	9.5±0.08 <sup>ab</sup> (93)
Triplet	2.4±0.18 <sup>b</sup> (18)	4.3±0.18 <sup>a</sup> (13)	5.7±0.19 <sup>b</sup> (13)	7.5±0.16 <sup>b</sup> (13)	9.2±0.18 <sup>b</sup> (13)
P	<0.05	>0.05	<0.01	<0.01	<0.01

Note: Different superscript letters in the same column show statistical difference at 5% significance level.

For example, Goonewardene et al. (1998) reported the average birth weight of kids as 1.4 kg in Alpine and Anglo Nubian goats' crossbreeds. Similarly, average birth weights were reported as 3.24 kg in Alpine x Native Balkan crossbreeds (Milevska et al., 2010), as 2.87 kg in Alpine x Boer crossbreeds (Jeeva et al., 2011), and as 3.5 kg in Alpine x Saanen x Boer crossbreeds (McManus et al., 2008). These differences may have resulted from the variability of feeding and herd management carried out in different countries and the differences of indigenous breeds in the crossbred genotypes obtained. As seen from the table, the weaning weight was  $10.3 \pm 0.11$  kg in Alpine x Damascus goat crossbreeds and  $9.5 \pm 0.06$  kg in Damascus goats ( $P < 0.01$ ). Heterosis may have contributed to crossbred kids being heavier at weaning. On the other hand, the average weaning weight calculated in the present study was lower than the weaning weights reported by different researchers for crossbreeds of Alpine goats with different breeds (McManus et al., 2008; Milevska et al., 2010). Mean weaning weight values calculated for Damascus goats were similar to the values reported by Keskin et al (2000) as 10.19 kg and by Keskin et al (2016) as 10.1 kg for the same breed. However, this value was lower than the values reported as 16.98 kg by Taşkın et al. (2000) and 17.3 kg by Tabbā et al. (2005) for the same breed. These differences between the current study and the mentioned literature may be due to differences in practice in other studies, such as breed / genotype, region, management systems, and weaning time.

When the effect of birth type on the kid growth is

examined (Table 5), it was seen that birth weight was higher in single born kids ( $P < 0.05$ ). This situation, which was in favour of single born kids, continued until weaning. We know that especially birth weight is closely related to the feeding of mothers in the prenatal period (Görgülü et al. 2009). In this study, the number of offspring in the uterus was not determined by performing an ultrasound examination during pregnancy. For this reason, since this situation was not taken into account in the feeding program of pregnant goats in the prenatal period, the pregnant goats with two or three offsprings were able to allocate less nutrients to their offspring individually. This may have affected kids birth weight. Similar to these findings in the present study, it has been stated by many researchers that the body weight of single-born kids from birth to weaning is higher than that of twin or triplet kids (Goonewardene et al., 1998; Mourad and Anous, 1998; Keskin, 2000; Tabbā et al., 2005; Tatar et al., 2019).

Since oestrus synchronization was not applied in the study, the births continued for approximately three months. As can be seen from Table 6, which includes the effects of birth date on weight gain until weaning on the basis of four different periods, birth weights of kids born in the March period were higher than those born in the February period ( $P < 0.01$ ). In terms of weaning weight, the difference between birth date period groups has disappeared statistically. The survival rate in the same periods changed as 70.0%, 88.9%, 88.9% and 92.2%, respectively ( $P < 0.01$ ) with the effect of the higher birth weight in March and the

Table 6. Effects of birth period and gender on the live weights of the kids from birth to weaning (kg; mean  $\pm$  standard error)

*Çizelge 6. Doğum dönemi ve cinsiyetin doğumdan süttten kesime kadar oğlakların ağırlıklarına (kg; ortalama  $\pm$  standart hata) etkileri*

Live weight	Birth	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>th</sup> day
<b>Birth time period</b>					
Before February 15	2.5 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup> (70)	4.1 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup> (55)	5.7 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup> (49)	7.3 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup> (49)	9.4 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup> (49)
Between 16-28 February	2.6 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup> (45)	4.2 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup> (41)	5.9 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup> (40)	7.5 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup> (40)	9.4 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup> (40)
Between 1-15 March	3.0 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup> (54)	4.4 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup> (49)	6.4 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup> (48)	8.0 $\pm$ 0.10 <sup>b</sup> (48)	9.6 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup> (48)
After March 16	2.8 $\pm$ 0.08 <sup>ab</sup> (64)	4.7 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup> (61)	6.3 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup> (59)	7.9 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup> (59)	9.7 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup> (59)
P	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	>0.05
<b>Gender</b>					
Male	2.8 $\pm$ 0.06 (117)	4.5 $\pm$ 0.07 (103)	6.2 $\pm$ 0.08 (97)	7.9 $\pm$ 0.07 (97)	9.7 $\pm$ 0.07 (97)
Female	2.6 $\pm$ 0.06 (116)	4.3 $\pm$ 0.08 (103)	5.9 $\pm$ 0.08 (99)	7.6 $\pm$ 0.08 (99)	9.6 $\pm$ 0.09 (99)
P	<0.05	<0.05	<0.01	<0.01	>0.05
Overall	2.7 $\pm$ 0.08 (233)	4.5 $\pm$ 0.05 (206)	6.1 $\pm$ 0.06 (196)	7.7 $\pm$ 0.06 (196)	9.5 $\pm$ 0.06 (196)

Note: Different superscript letters in the same column show the statistical difference at a 5% significance level.

warmer climatic conditions for this period. When the birth periods are evaluated as February and March, the survival rates at weaning were calculated as 77.4% for those born in February and 90.7% for those born in March ( $P < 0.01$ ). In a similar study, Tabbā et al. (2005) stated that the birth weight of Damascus goats could change in the summer and the winter periods. In the same table, when the effect of sex on the live weight of kids for the period between birth and weaning is evaluated, it was seen that the body weight differences between male and female kids continued until the 45th day from birth ( $P < 0.01$ ). Different researchers have also reported that the sex of the kids effect in kids causes higher birth and weaning weights in males (Mourad and Anous, 1998; Goonewardene et al., 1998; Keskin, 2000; Tatar et al., 2019).

The effects of sex, birth type and time of birth on the kid growing traits in Alpine x Damascus crossbred kids are given in Table 7. The body weight changes during the birth-weaning period were found to be statistically similar in males and females ( $P > 0.05$ ) for this genotype. In different studies, it has been

reported that the birth and weaning weights of male kids in Alpine crossbreeds are higher than those of female kids (Rojo-Rubio et al.2016; Lourençon et al.2016). In the present study, contrary to what is reported in the literature, the similar weight of male and female kids may be due to the low number of kids in the crossbreed group. In the same table, when the effect of birth type on the weight gain of the kids between birth and weaning period was evaluated, while birth weight was higher in single-born kids ( $P < 0.01$ ) this difference disappeared from the 15th day after birth ( $P > 0.05$ ). Both the low number of crossbred kids in the experiment and the fact that the females giving birth are from the Damascus goat breed with high milk yield may have been influenced to this situation. Thus, Keskin (2000) states that Damascus goats give 348 litres of milk with an average of 256 days of lactation. This amount of milk yield can be considered as a sufficient amount for mothers to raise their twin offsprings. In Alpin x Damascus crossbred kids, the time of birth did not have an effect on the development of the kid ( $P > 0.05$ ).

Table 7. Effects of sex, birth type and birth dates on the live weight of Alpine x Damascus F<sub>1</sub> crossbred kids from birth to weaning (mean ± standard error)

*Çizelge 7. Cinsiyet, doğum tipi ve doğum tarihlerinin Alpin x Şam F<sub>1</sub> melezi oğlaklarda doğumdan süttten kesime kadarki canlı ağırlıklar üzerine etkileri (ortalama ± standart hata)*

Live weight (kg)	Birth	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>th</sup> day
<b>Sex</b>					
Male	2.6±0.11 (19)	4.2±0.20 (15)	5.9±0.35 (15)	8.1±0.20 (15)	10.2±0.15 (15)
Female	2.4±0.09 (26)	3.8±0.14 (20)	5.6±0.19 (20)	7.8±0.16 (20)	10.4±0.16 (19)
P	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
<b>Birth Type</b>					
Single	2.7±0.09 (18)	4.3±0.16 (15)	5.9±0.27 (15)	8.0±0.18 (15)	10.2±0.19 (15)
Twin	2.3±0.09 (26)	3.7±0.16 (20)	5.5±0.24 (19)	7.8±0.17 (19)	10.4±0.13 (19)
P	<0.01	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05
<b>Birth time period</b>					
Before February 15	2.3±0.13 <sup>a</sup> (15)	3.8±0.23 <sup>a</sup> (9)	5.8±0.43 <sup>ab</sup> (8)	8.0±0.20 <sup>a</sup> (8)	10.3±0.17 <sup>a</sup> (8)
Between 16-28 February	2.6±0.11 <sup>a</sup> (17)	3.7±0.20 <sup>a</sup> (15)	5.3±0.28 <sup>a</sup> (15)	7.8±0.21 <sup>a</sup> (15)	10.5±0.23 <sup>a</sup> (15)
Between 1-15 March	2.3±0.22 <sup>a</sup> (7)	4.2±0.16 <sup>ab</sup> (5)	5.9±0.10 <sup>ab</sup> (5)	7.6±0.19 <sup>a</sup> (5)	9.9±0.05 <sup>a</sup> (5)
After March 16	2.7±0.12 <sup>a</sup> (6)	4.6±0.16 <sup>b</sup> (6)	6.5±0.33 <sup>b</sup> (6)	8.4±0.29 <sup>a</sup> (6)	10.2±0.11 <sup>a</sup> (6)
P	>0.05	<0.05	>0.05	>0.05	>0.05

Note: Different superscript letters in the same column show statistical difference at 5% significance level. Kid born triplet has been excluded from the table because there is only one head of kid in the triplet group.

The effect of kid sex, birth type and birth period on the weight of the kids in Damascus goat from birth to 60 days of age is included in Table 8. It was detected that kids' sex had a significant effect on live weight in the period between birth and weaning for Damascus

goat. Male kids were heavier than female ones at birth ( $P < 0.05$ ) and this difference continued until weaning. Likewise, single-born kids were heavier than those with multiple-born ones ( $P < 0.01$ ). These results were found to be similar to the birth and

weaning weight values reported by Keskin (2000) for male and female goats in Damascus goat. The researcher reported the birth weight of male and female Damascus kids as 3.60 kg and 3.42 kg, and weaning weight as 9.95 kg and 9.58 kg, respectively. Different researchers have also reported that male kids and also single born kids have higher birth and weaning weights than female and twin kids, respectively in Damascus kids (Taskın et al., 2000; Khalil et al., 2010; Keskin et al., 2016; Mohammed et al., 2018).

In addition, as seen in Table 8, the average birth and weaning weights of kids born in the March period were higher than those born in the February period. Similar to the current study, Khalil et al. (2010) reported that the birth season has a significant effect on the growth of Damascus kids from birth to weaning, and they stated that kids born in the spring-summer period have higher live weight and development values than those born in the autumn-winter period.

Table 8. Effects of sex, birth type and birth dates on the live weight of Damascus kids from birth to weaning (mean ± standard error)

*Çizelge 8. Cinsiyet, doğum tipi ve doğum tarihinin Şam oğlaklarının doğumdan süttten kesime kadar canlı ağırlıkları üzerine etkileri (ortalama ± standart hata)*

Live weight (kg)	Birth	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day	45 <sup>th</sup> day	60 <sup>th</sup> day
<b>Sex</b>					
Male	2.8±0.07 (98)	4.5±0.07 (88)	6.3±0.08 (82)	7.9±0.07 (82)	9.7±0.08 (82)
Female	2.6±0.07 (90)	4.4±0.08 (83)	5.9±0.09 (80)	7.5±0.10 (80)	9.4±0.09 (80)
P	<0.05	>0.05	<0.01	<0.01	<0.05
<b>Birth type</b>					
Single	2.9±0.08 <sup>a</sup> (88)	4.5±0.16 <sup>a</sup> (83)	6.4±0.08 <sup>a</sup> (75)	8.0±0.08 <sup>a</sup> (75)	9.8±0.09 <sup>a</sup> (75)
Twin	2.7±0.07 <sup>ab</sup> (83)	4.4±0.16 <sup>a</sup> (75)	5.9±0.09 <sup>b</sup> (74)	7.4±0.09 <sup>b</sup> (74)	9.3±0.08 <sup>b</sup> (74)
Triplet	2.4±0.19 <sup>b</sup> (17)	4.3±0.18 <sup>a</sup> (13)	5.7±0.19 <sup>b</sup> (13)	7.5±0.16 <sup>b</sup> (13)	9.2±0.18 <sup>b</sup> (13)
P	<0.05	>0.05	<0.01	<0.01	<0.01
<b>Birth period</b>					
Before February 15	2.5±0.09 <sup>a</sup> (55)	4.2±0.10 <sup>a</sup> (46)	5.7±0.14 <sup>a</sup> (40)	7.3±0.15 <sup>a</sup> (41)	9.4±0.16 <sup>a</sup> (41)
Between 16-28 February	2.6±0.14 <sup>a</sup> (28)	4.2±0.15 <sup>a</sup> (26)	5.9±0.17 <sup>a</sup> (25)	7.5±0.16 <sup>a</sup> (25)	9.0±0.14 <sup>a</sup> (25)
Between 1-15 March	3.0±0.10 <sup>b</sup> (47)	4.7±0.10 <sup>b</sup> (44)	6.4±0.10 <sup>b</sup> (43)	8.0±0.10 <sup>b</sup> (43)	9.6±0.10 <sup>a</sup> (43)
After March 16	2.8±0.09 <sup>ab</sup> (58)	4.7±0.09 <sup>b</sup> (55)	6.3±0.09 <sup>b</sup> (53)	7.9±0.08 <sup>b</sup> (53)	9.6±0.09 <sup>a</sup> (53)
P	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	>0.05

Note: Different superscript letters in the same column show statistical difference at 5% significance level.

## CONCLUSIONS

In this study, it was concluded that (a) Damascus kids had more weight at birth than Alpine x Damascus crossbred kids, but this difference disappeared in the weaning age and even the crossbred kids weigh more. (b) The survival rate of the Damascus kids which are the animal of the hot and humid climate during the weaning period, was better than the crossbred ones. (c) Also kids born in March had better results in terms of body weight and survival rate than those born in February. It can be said that, in this crossbreeding study for milk production, the date planning for the birth period is an important issue in terms of kid growth performance and survival rate.

## ACKNOWLEDGEMENT

This manuscript has been prepared as part of an MSc thesis entitled "Determination of growth and development characteristics as well as fattening performance in Alpine x Damascus goats". The authors would like to thank the HMKU Coordinatorship of Scientific Research Projects (Project No: 19.YL.042) which provides financial support to the study.

## Researchers Contribution Rate Declaration Summary

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



### Conflicts of Interest Statement

The authors have declared no conflict of interest.

### REFERENCES

- Ahtash AE, Magid AF, Marhoun HM 2008. Growth Performance in Crossbred of Local Goats with Damascus and Murcia Grinada Goats. *Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences* 3(1): 7-14
- Anonymous, 2020a. FAOSTAT <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim Tarihi; 22.02.2021)
- Anonymous, 2020b. Hayvansal Üretim <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi; 22.02.2021)
- Dickson-Urdaneta L, Torres GH, Becerril CP, Gonzalez FC, Osorio MA, Garcõa OB 2000. Comparison of Alpine and Nubian Goats for Some Reproductive Traits under Dry Tropical Conditions. *Small Ruminant Research* 36: 91-95.
- Efe E, Bek Y, Şahin M., SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayın No: 10, Kahramanmaraş, 214 p.
- Goonewardene LA, Day PA, Patrick N, Scheer HD, Patrick D, Suleiman A 1998. A Preliminary Evaluation of Growth and Carcass Traits in Alpine and Boer Goat Crosses. *Canadian Journal of Animal Science* 78(2): 229-232.
- Görgülü M 2009. Büyük ve Küçükbaş Hayvan Besleme. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Adana, 282 p.
- Gül S, Keskin M, Gündüz Z 2016. Türkiye'de Yetiştiriciliği Yapılan Keçi Irkları. *Tarım Türk Dergisi* 59: 64-70.
- Hermas SA, Antash A, Majid A 2010. Growth Measures of Libyan Goat Breeds and Their Crosses. *Egyptian Journal of Sheep and Goat Sciences* 5(1): 93-100.
- Hermiz HN, Alkass JE, Hobi AA, Asofi MK 2008. Genetic and Phenotypic Parameters of Body Weights in Iraqi Local Goat and Their Crosses with Damascus. *Journal Duhok University* 12(1): 189-194.
- Jeeva L, Nandakumar P, Remya R 2011. Evaluation of Body Weights up to Six Months among Alpine Malabari and its Boer Halfbreeds for The Developments of Meat Goat Genotypes Suited to Kerala. *Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sciences* 7(3): 204-208.
- Keskin, M 2000. Hatay Bölgesinde Yoğun Yetiştirme Koşullarında Şam (Damascus) Keçilerinin Morfolojik Özellikleri ve Performanslarının Saptanması. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim, Dalı Doktora Tezi, 108 sy.
- Keskin, M, Biçer O 2002. Effects of Milk Replacer on Kid Growth and Farm Profitability in the Shami Goat. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 26(5): 1133-1136.
- Keskin M, Avşar YK, Biçer O, Güler MB 2004. A Comperative Study on the Milk Yield and Milk Composition of Two Different Goat Genotypes under the Climate of the Eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 28: 531-536.
- Keskin M, Gül S, Can E, Gündüz Z 2016. Yarı Entansif Koşullarda Yetiştirilen Şam Keçileri ile KilisxKıl Keçisi Melez Genotipinin Süt ve Döl Verim Özellikleri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 56(1): 20-24.
- Khalil MH, Mohammed KM, Al-Saef AM, Zeitoun MM, El-Zarei MF 2010. Crossbreeding Components for Growth, Carcass and Meat Composition Traits in Crossing Saudi Aradi with Damascus Goats. *Small Ruminant Research* 94(1-3): 10-16.
- Klir Z, Potocnik K, Antunovic Z, Novoselec J, Barac Z, Mulc D, Kompan D 2015. Milk Production Traits from Alpine Breed of Goats in Croatia and Slovenia. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 21(5): 1064-1068.
- Koşum, N., Taşkın, T., Engindeniz, S., Kandemir, Ç., 2019. Goat Meat Production and Evaluation of its Sustainability in Turkey. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 56(3): 395-407.
- Lourençon RV, Gonçalves HC, Meirelles PRL, Junior RB, Browning MLL, Chavari ACT, Marques RO, Canizares GIL, Leal NS, Gomes HFB 2016. Relative Growth of Carcass Tissues of Goat Kids from Five Breed Types Finished on Pasture or Feedlot. *Semina: Ciências Agrárias* 37(2): 989-996.
- McManus C, Filho GS, Louvandini H, Dias LT, Teixeira RA, Murata LS 2008. Growth of Saanen, Alpine and Toggenburg Goats in the Federal District, Brazil: Genetic and Environmental Factors. *Ciência Animal Brasileira* 9 (1): 68-75.
- Milevska E, Stojanovski M, Kozarovski N, Kitanovski D 2010. Some Carcass Traits of Kid's Meat. 45th Croatian & 5th International Symposium on Agriculture 1042-1045.
- Mohammed KM, Kamal MA, Dahmouh AY 2018. Saudi Ardi ve Damascus Keçisinde Büyüme Özellikleri için Kalıtsallık ve Varyans Bileşenleri. *Asian Pacific Journal of Reproduction* 1: 39-40.
- Mourad M, Anous MR 1998. Estimates of Genetic and Phenotypic Parameters o Some Growth Traits in Common African and Alpine Crossbred Goats. *Small Ruminant Research* 27( 3): 197-202
- Özcan L 1989. Küçükbaş Hayvan Yetiştirme I. (Keçi Üretimi). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 111 Adana, 318 p.
- Rojo-Rubio R, Kholif AE, Salem AZM, Mendoza GD, Elghandour MY, Vazquez-Armijo JF, Lee-Rangel H 2016. Lactation Curves and Body Weight Changes of Alpine, Saanen and Anglo-Nubian Goats as well as Pre-Weaning Growth of Their Kids. *Journal of Applied Animal Research* 44(1):

- 331-337.
- Tabba JM, Alnimer MA, Amasheh MG, Barakeh F 2005. Age, Body weight and Growth Rates to the Onset of Puberty of Mountain Black, Damascus Doe Kids and Crossbreds as Affected by Season of Birth and Birth Type. *Agricultural Sciences* 32(3): 296-303.
- Taşkın T, Koşum N, Akbaş Y, Kaymakçı M 2000. A Study on Some Growth Traits and Their Heritability Estimates of Damascus Kids. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 37(1): 137-144.
- Tatar AM, Tuncer SS, Sireli H 2019. Comparison of Yield Characteristics of Damascus and Kilis Goat in Dry Climatic Condition. *Austral Journal of Veterinary Sciences* 51(2): 61-66.

## Tatlı Sorgumda (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Yakın Kızılötesi Yansıma Spektroskopisi ile Yem Kalitesinin Belirlenmesi

Celile Aylin OLUK<sup>1</sup>, Hatice YÜCEL<sup>2</sup>, İlker İNAL<sup>3</sup>, Feyza Döndü BİLGİN<sup>4</sup>, Ertan YAZGAN<sup>5</sup>  
Uğur SERBESTER<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 01321 Yüreğir, Adana, <sup>6</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 01903 Bahçe, Adana

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8939-3610>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2813-5639>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-5891-8004>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-7435-4130>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0001-5610-7788>, <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0003-4460-3797>

### ÖZET

Tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Akdeniz bölgesinde su sıkıntısı yaşanan ve marjinal alanlarda dahi verim potansiyeli yüksek olan, silaj ve kuru ot üretimi amacı ile yetiştirilebilen verimli bir yem bitkisidir. Bu çalışmada, farklı sorgum hat ve çeşitlerinden oluşan 380 örneğin kullanılmasıyla sorguma özel yakın kızılötesi (NIR) spektroskopisi kalibrasyonu geliştirilmesi amaçlanmıştır. Kuru madde, ham protein, asit deterjan lif (ADF), nötr deterjan lif (NDF) ve ham kül parametrelerinin üzerinden yapılan kalibrasyonda ortalama laboratuvar değerleri, ortalama NIR tahmini değerleri ve determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) sırasıyla 91.13, 91.62, 0.662; 5.08, 5.17, 0.937; 30.28, 30.56, 0.871; 46.77, 47.03, 0.918; 5.92, 5.86, 0.662 olarak belirlenmiştir. Geliştirilen NIR kalibrasyon modelinin tatlı sorgumun yem kalite parametrelerinin belirlenmesi ve ileride yürütülecek ıslah çalışmalarında kullanılması mümkün olabilecektir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 10.02.2021

Kabul Tarihi : 20.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

Yakın kızılötesi (NIR) spektroskopisi  
Buğdaygil yem bitkileri

Kalite

Silaj

Kalibrasyon

## Determination of Forage Quality by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy in Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.)

### ABSTRACT

Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) is a high yield forage plant as silage and hay that can be grown for silage and hay production in the Mediterranean region under adverse conditions. In this study, it was aimed to develop a sorghum specific near infrared (NIR) spectroscopy calibration by using 380 samples consisting of different sorghum lines and varieties. The calibrations performed over the dry matter, crude protein, acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and crude ash parameters of mean laboratory values, mean NIR predicted values and  $R^2$  were 91.13, 91.62, 0.662; 5.08, 5.17, 0.937; 30.28, 30.56, 0.871; 46.77, 47.03, 0.918; 5.92, 5.86, 0.662, respectively. It is possible to predict the feed quality parameters of sweet sorghum with the calibration model obtained in the NIR spectroscopy in terms of the characteristics dealt with by the data obtained, and it will be possible to determine these characteristics in future breeding studies for sweet sorghum with the prediction models developed in this study.

### Research Article

#### Article History

Received : 10.02.2021

Accepted : 20.05.2021

#### Keywords

Near infrared reflectance (NIR) spectroscopy

Grasses

Quality

Silage

Calibration

**Atif için:** Oluk CA, Yücel H, İnal İ, Bilgin FD, Yazgan E, Serbester U 2022. Tatlı Sorgumda (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) Yakın Kızılötesi Yansıma Spektroskopisi ile Yem Kalitesinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 415-422. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.877978>.

**To Cite:** Oluk CA, Yücel H, İnal İ, Bilgin FD, Yazgan E, Serbester U 2022. Determination of Forage Quality by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy in Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.). KSU J. Agric Nat 25 (2): 415-422. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.877978>.

### GİRİŞ

Sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.)

Mohlenbr.), mısır üretimi için yeterli yağış ve sulama imkanına sahip olmayan bölgelerde daha az su ile

alternatif kaba yem üretimi amacı ile yetiştirilmektedir (Maccarthy ve Vlec, 2012; Prazak, 2016). Buğday-buğday ekim modellerinde yaz döneminde tarla 4-6 ay boş kalmakta, bu dönemde 2. ürün yem bitkisi olarak silajlık mısır, tatlı sorgum, sudanotu ya da sorgum sudan otu melezi, yetiştirilebilmekte ve bu şekilde en az 6-8-ton yeşil ürün elde edilebilme imkânı bulunmaktadır (Soya, 1999). Önemli büyükbaş/küçükbaş hayvan potansiyeli olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ekim nöbeti sistemlerine tatlı sorgumun dahil edilmesi hayvan beslemede değerli olan kaba yem için ham madde sağlanmasını mümkün kılmaktadır (Elçi ve ark., 1999). Silaj amaçlı yetiştiricilikte sorgum bitkisi, Akdeniz bölgesinde bir vejetasyon süresince birden fazla biçilmekte olup; sorgum bitkisinin yüksek sıcaklıklara, kurağa, hastalık ve zararlılara mısırdan daha toleranslı olduğu gözlemlenmiştir (Çakmakçı ve ark., 1999). Antalya ilinde yapılan çalışmada ikinci ürün olarak yetiştirilen sorgumun kuru ot ve yeşil ot verimleri sırasıyla 1654 – 7327 kg da<sup>-1</sup> iken, mısırın kuru ot ve yeşil ot verimleri 1248-5030 kg da<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre sorgumun daha yüksek kuru ve yeşil ot verimine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çeçen ve ark., 2005).

Son yıllarda silaj amacıyla geliştirilen sorgum çeşitlerinin, daha uzun boylu olduğu, birim alandan daha fazla biyokütle elde edildiği ve kalite bakımından da mısıra yakın veya eş değer olduğu bildirilmektedir (Rezende ve ark., 2020). Tatlı sorgum, fotosentetik yol (C<sub>4</sub>) bakımından mısır ile benzer olmakta, fakat doku yapısı ve dağılımı (sap, yaprak ve salkımlanma) iki bitki de farklılık göstermektedir. Olgunlaşma ile birlikte yapraklardaki ADF konsantrasyonu (süt olum ve sert hamur olum devrelerinde sırasıyla %34,6 ve %40,3) artmakta iken, saplarda (%38-39) sabit kalmakta ya da azalmaktadır (Contreras-Govea ark., 2010). Tatlı sorgum, öncelikle silaj veya yeşil biçilerek, ihtiyaç fazlası kuru ot olarak, hatta meralarda otlatma amacıyla kullanılabilirdiği gibi, şeker veya bio-etanol üretiminden sonra kalan bitki kalıntıları ve posası da hayvan beslemede değerlendirilmektedir. Birim alandan elde edilen biyokütle verimlerinin yüksek olması yenilenebilir enerji üretimindeki önemini daha da artırmıştır. Bölgemizde, son yıllarda, ikinci ürün koşullarında tatlı sorgum ile yapılan çalışmalarda (buğday hasadından sonra) çeşitlere göre değişmekle yaklaşık 100-120 günde dekara 8600-35400 kg biyokütle (hasıl) ve 1329-7947 kg da<sup>-1</sup> KM verimi alındığı bildirilmiştir (Yücel ve ark., 2017a). Ayrıca enerji bitkisi olarak da kullanılan tatlı sorgumun, özsuyu alındıktan sonra geriye kalan posası ile yapılan silajlarda genotiplere bağlı olarak posa veriminin 3293-13390 kg da<sup>-1</sup>, silaj kuru madde veriminin 781-4262 kg da<sup>-1</sup>, suda çözünür kuru madde oranının (SÇK) % 54.67-65.60, pH değerinin 3.03-

3.19, ham protein oranının % 2.59-5.05, net enerji değerinin 1.273-1.473 Mcal kg<sup>-1</sup>, NDF oranının % 41.62-62.47, ADF oranının % 29.91-43.94, ADL oranının % 3.83-7.74, ham kül oranının % 3.90-7.47, kuru madde tüketimi oranının % 1.92-2.89 ve nisbi yem değerinin 81.5-146.9 arasında değiştiği belirlenmiştir (Yücel ve ark., 2017 b). Near Infrared Reflectance (NIR) spektroskopisi elektromanyetik spektrumun 780 ile 2500 nm dalga boyu aralığındaki bölgesini kapsamakta ve yapı içerisindeki O-H, C-H, C-O ve N-H gibi moleküler bağların titreşimleri ile ilgili olarak absorpsiyon bantları oluşturmaktadır. Söz konusu bölgede analiz edilecek olan örnek yakın kızılötesi ışınlar ile karşılaştığı zaman, bu bağlar titreşimsel enerji değişikliklerine maruz kalmakta ve bunun sonucu olarak da moleküller titreştiği zaman NIR bölgesindeki organik moleküllerin enerji absorpsiyonu meydana gelmektedir (Davies ve Grant, 1987). Yapısal karbonhidratlar NDF (selüloz, hemiselüloz ve lignin) ve ADF (selüloz, lignin) ile ham protein, kuru madde ve ham kül yem bitkileri için önemli kalite parametreleridir. Ancak bu özelliklerin analizi için uzun bir zaman ve fazla miktarda kimyasal malzemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Ham protein, kuru madde, ham kül ve ADF - NDF analizlerinin her biri için yaklaşık 5-6 saat analiz süresi gerekmektedir. Yakın kızılötesi sistemin kullanıldığı analizlerde bu parametrelerin hızlı şekilde tespit edilmesi (15-90 saniye aralığında) dışında, tüm parametrelerin tek bir seferde saptanmasını da mümkün olmaktadır. NIR spektroskopisi besin madde bileşimini yüksek doğrulukta belirleyebilmek için bitki ıslah programlarında kullanılmaktadır. Bu analizler minimum numune hazırlık süresinin yanı sıra zaman ve iş gücünden tasarrufun yanında ekonomik maliyet avantajını da sağlayabilmektedir (Park ve ark., 1998; Swart ve ark., 2012). Literatürde NIR spektroskopisi ile ilgili kamışsı yumak (Blosser ve ark., 1988), ekmeklik buğday+yulaf+tritikle karışımı (García ve Cozzolino, 2006), çok yıllık çim + yonca karışımı (Bozhanska ve Churkova, 2020), baklagil+ yonca karışımları, saman, mısır, silaj ve kuru silaj karışımlarında (Vranic ve ark., 2020) yapılan kalibrasyon çalışmaları bulunmaktadır.

Bununla birlikte, tatlı sorgum ıslah çalışmalarında yem kalitesini iyileştirme amacıyla geliştirilmiş NIR spektroskopisi kalibrasyonu ile ilgili bir çalışma belirlenmemiştir. Bu çalışmanın amacı, tatlı sorgumun kuru madde, ham protein, NDF, ADF ve ham kül gibi yem kalite parametrelerinin NIR spektroskopisi ile belirlenmesi için kalibrasyon denklemleri geliştirmektir.

## MATERYAL ve METOD

Tatlı sorgumların ekimi, denizden 12 m yükseklikte 36° 51' kuzey enlemi ile 35° 20' doğu boylamları



arasında yer alan Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Doğankent lokasyonunda ikinci ürün olarak buğday hasadından sonra Haziran ayı ortasında yapılmıştır, ekilen hat ve çeşitlerin hasat olgunluğuna geliş tarihlerine bağlı olarak Eylül-Ekim aylarında hasat edilmiştir. Bu çalışmada Çukurova Bölgesinde 2019 ve 2020 yıllarında yetiştirilmiş 380 hat ve çeşit kullanılmıştır. Yeşil ot hasatları yapılan parsellerden yaklaşık 500 g yaş ot numunesi alınarak 60°C'ye ayarlanmış etüvde, ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutulmuştur. Bu örnekler 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütüldükten sonra aşağıda belirtilen klasik kimyasal analizler yapılmış ve NIR spektroskopisinde kalibrasyon için spektrumları alınmıştır (Shenk ve Westerhaus, 1994).

### Ham Protein Tayini

Örneklerin azot (N) içeriği Kjeldahl metoduyla, protein miktarı ise Nx6.25 formülü ile belirlenmiştir (AOAC, 2000).

### Kül Tayini

3 g numune, 550 ± 25°C sıcaklıkta sabit kütleyle ulaşınca kadar ısıtılarak organik maddeler uçurulmuş, sonra arta kalan inorganik maddelerden ibaret bulunan kül miktarı % olarak ifade edilmiştir (TS EN ISO 2171, 2010).

### Kuru Madde Tayini

Öğütülmüş olan yem bitkileri 105±5°C'de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuş, sonuç % olarak hesaplanmıştır (TS EN ISO 712 2012).

### ADF ve NDF Tayinleri

İlgili çalışmada, % NDF ve ADF içerikleri Van Soest ve ark. (1991) tarafından açıklanan yöntemle göre ANKOM lif analiz cihazı (ANKOM 220 Fibre Analyzer ANKOM Technology Corporation, NY, USA) ile saptanmıştır.

NIR spektrofotometre ölçümleri 25°C'de yapılmıştır. Foss NIRS -XDS ve ISI tarama programı, klasik yöntemlerle analiz edilen örneklerin spektrumlarını ölçmek için kullanılmıştır. 400 ve 2500 nm dalga boyları arasındaki yem bitkilerinin spektrumu, her 2 nm aralıklarla absorpsiyonların ölçülmesi ile taranmıştır.

### Kalibrasyon

Örnekler (yaklaşık 5 g), 3,75 cm çapında küçük, yuvarlak bir metal kaba (FOSS XDS Rapid Content Analyzer 3013-0525, İsveç) yüklenmiştir. Her bir numune daha sonra 20 kez taranmış ve kalibrasyon, çapraz doğrulama ile dış doğrulamayı işlemek için ortalama üç spektrum toplanmıştır. Kimyasal analizden elde edilen veriler, absorpsiyon spektrumları ilişkilendirilmek üzere NIR spektroskopisi

veritabanına girilmiştir. Kalibrasyon ve dış doğrulama için örneklerin yalnızca spektral verilere dayanarak seçildiği örnek popülasyonunu tanımlamak üzere diskriminant analizi kullanılmıştır. Spektralar ISI tarama yazılımı (Infrasoft International Port Matilda, PA, ABD) kullanılarak toplanmış ve kalibrasyon modelleri WinISI III yazılımı (sürüm 1.61) kullanılarak geliştirilmiştir. Kalibrasyon modeli geliştirme aşamasında NIR cihazında ".nir" formatında birleştirilen dosya ile referans analiz sonuçlarını içeren dosya bu programda analiz edilmiştir. Çeşitli transformasyon seçenekleri bulunmakla birlikte, yaygın olarak kullanılan birinci derece türev ve standart normal değişken (SNV) transformasyonu ile absorpsiyon spektrumlarındaki yansıma düzensizlikleri ortadan kaldırılmıştır. Kalibrasyonlar, modifiye kısmi en küçük kareler (MPLS) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sorgumun kimyasal kompozisyonu için bu değerleri daha doğru bir şekilde tahmin etmek üzere kalibrasyonu maksimize etmek ve istatistiksel sonuçları iyileştirme amacıyla, birinci derece türevden 1-4-4-1 ve ikinci derece türevden 2-6-8-1 olmak üzere iki matematiksel işlem yapılmıştır. Burada, sırasıyla birinci sayı log 1 / R'nin birinci ve ikinci derece türevleri, ikinci sayı türevin hesaplandığı veri noktalarındaki boşluğu ve üçüncü ve dördüncü sayılar sırasıyla birinci ve ikinci yumuşatmada kullanılan veri noktalarının sayısını göstermektedir. Model güvenilirliği bakımından yüksek R<sup>2</sup> değerlerine sahip olan, kalibrasyon standart hatası (SEC) ve çapraz doğrulama standart hatası (SECV) değerleri düşük olan ve standart sapma / çapraz doğrulama oranının standart hatası (RPD) değeri 2'nin üzerinde olan modellerin doğru tahmin verebilecek modeller olduğu kabul edilmiştir (Williams ve Norris, 2001). RPD değeri kimyasal parametrenin farklı birimlerinden bağımsız olarak tüm NIR spektroskopisi kalibrasyonlarının performansını karşılaştırmasını sağlamaktadır (Blanco ve ark., 2002).

### Çapraz Doğrulama

WinISI'deki Score ve Global programları, yem bitkileri için uyumlu kalibrasyonlar ve çapraz doğrulamaların geliştirilmesinde kullanılmıştır. Tahmin yeteneğini değerlendirmek için standart kalibrasyon hatası (SEC), belirleme katsayısı (RSQ), standart çapraz doğrulama hatası (SECV) ve açıklanamayan varyansın toplam varyansa oranı (1 - VR) hesaplanmıştır (Patil ve ark., 2010).

### Dış Doğrulama

Kalibrasyon numune setlerinde, NIR kalibrasyon denklemlerini bağımsız olarak kontrol etmek için WinISI'deki İzleme programı kullanılarak rastgele numuneler seçilmiştir. Doğrulamanın bir parçası

olarak, doğrulamadaki determinasyon katsayısı ( $R^2$ ), performans standart hatası (standart error performance (SEP)), sapma için düzeltilmiş performans standart hatası [SEP (C)], sapma (NIR tahmin edilen ve referans konsantrasyonu), tahminin doğruluğunu belirlemek için göreceli öngörücü belirleyici [ $RPD_v = \text{dış doğrulama seti verilerinin SD} / \text{SEP (C)}$ ] (Williams ve Norris, 2001) modellerin öngörü yeteneğini değerlendirmek için kullanılmıştır. Ayrıca kalibrasyon modelinin geliştirilmesi ve geçerliliğinin kesinliğini belirlemek için SEP, sapma (bias), eğim ve  $R^2$  kullanılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Kalibrasyonun geliştirilmesin 380 örnek (Çizelge 1), doğrulama için ise 191 örnek (Çizelge 2) kullanılmıştır. Kuru madde, ADF, NDF, protein ve kül için RPD değerleri sırasıyla 2.545, 2.551, 3.081, 3.152, 2.861 olarak belirlenmiştir. Kuru madde, ADF, NDF, protein ve kül parametreleri için laboratuvar ve tahmin edilen NIR değerleri sırasıyla 91.133-91.617, 30.283-30.560, 46.774-47.034, 5.083-5.178 ve 5.924-5.863 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler dikkate alındığında materyal içerisinden tesadüfi olarak ayrılan çapraz doğrulama örneklerinin kalibrasyon

örneklerine yakın değerler belirlendiği ifade edilebilir.

NIR spektroskopisi kalibrasyonu sonuçları HP, ADF ve NDF 0.80'den yüksek RSQ değerleri ile iyi, KM ve HK parametreleri 0.60'dan yüksek RSQ değerleri için tatmin edici tahmin kabiliyeti göstermektedir (Galvez-Sola ve ark., 2010). Daha önce yapılan araştırmalarda en düşük HP oranı (% 4.00-4.20) Torrecillas ve ark. (2011) tarafından belirtilmiştir. Güneş ve Acar (2005), Marsalis ve ark. (2010), Tabacco ve ark. (2011) ve Khaleduzzaman ve ark. (2013)'ün elde ettikleri HP oranı bulguları bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Tabacco ve ark. (2011), Khaleduzzaman ve ark. (2013), Nazlı ve ark. (2013), Özkurt (2013), Karadağ ve Özkurt (2014) ve Tosunoğlu ve Mut (2015)'in yapmış olduğu çalışmalarda ADF oranlarının %23.20-43.02 arasında değiştiği ve yapılan çalışma ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Siefers ve ark. (1997), farklı sorgum çeşitlerinde NDF değerinin % 45.10-58.00 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bulunan NDF sonuçları Siefers ve ark. (1997) ve Tabacco ve ark. (2011)'nin bulduğu sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Çizelge 1. Tatlı Sorgum kalibrasyon, çapraz doğrulama ve laboratuvar değerleri ile tahminlenen NIR değerlerinin karşılaştırılması

Table 1. Comparison of estimated NIR values and laboratory values of sweet sorghum with calibration and cross validation

Parametre	Örnek sayısı	Kalibrasyon		Çapraz doğrulama			Ortalama laboratuvar değerleri	SD	Ortalama NIR tahmini değerleri	SD
		SEC	RSQ	SECV	1-VR	RPD				
ADF	380	1.493	0.871	1.631	0.846	2.551	30.283	4.494	30.560	4.160
Kuru madde	380	0.723	0.662	0.882	0.502	2.545	91.133	1.268	91.617	2.243
NDF	380	1.931	0.918	2.192	0.895	3.081	46.774	6.939	47.034	6.754
Ham Protein	380	0.290	0.937	0.368	0.901	3.152	5.083	1.214	5.178	1.159
Ham Kül	380	0.649	0.646	0.730	0.549	2.861	5.924	1.346	5.863	2.090

SEC: Kalibrasyon standart hatası, RSQ: Belirleme katsayısı, SECV: Çapraz doğrulama standart hatası, 1 - VR: Açıklanamayan varyansın toplam varyansa oranı, RPD: Standart sapma / çapraz doğrulama oranının standart hatası, SD: Standart hata)

## Çizelge 2. Tatlı sorgum dış doğrulama değerleri

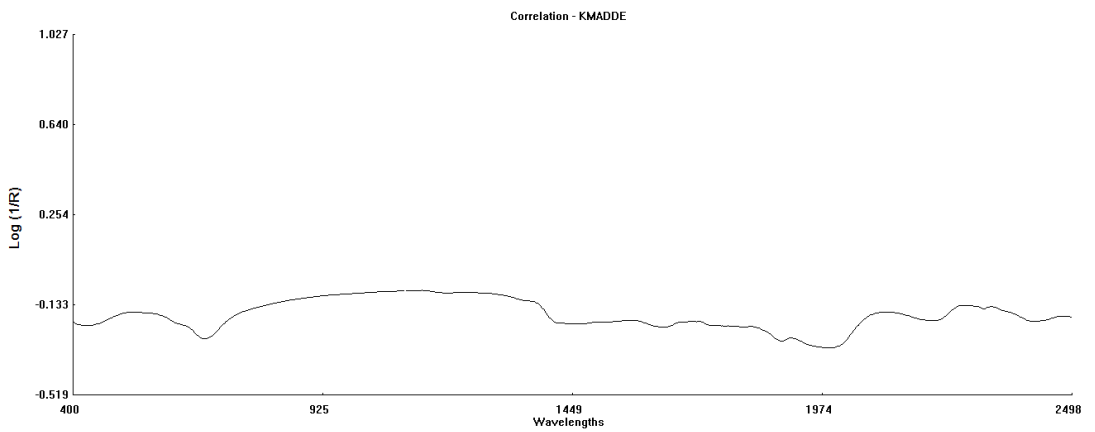
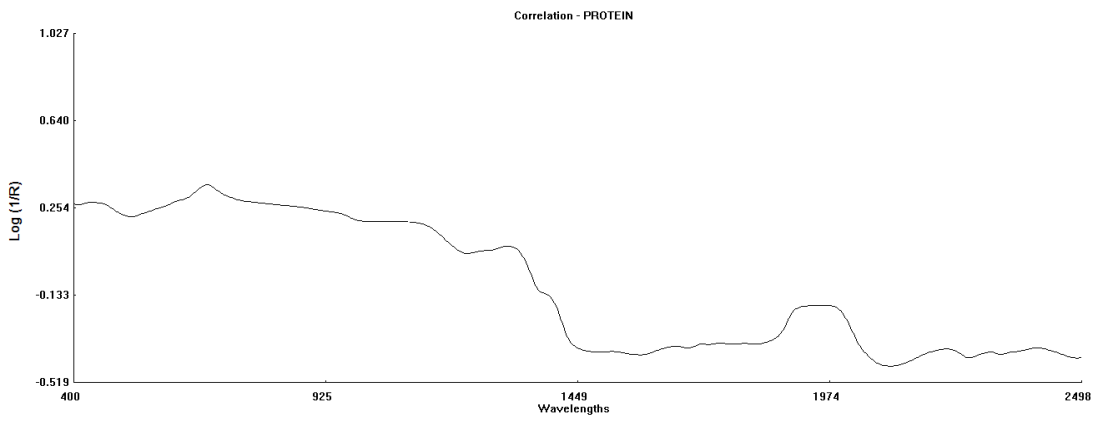
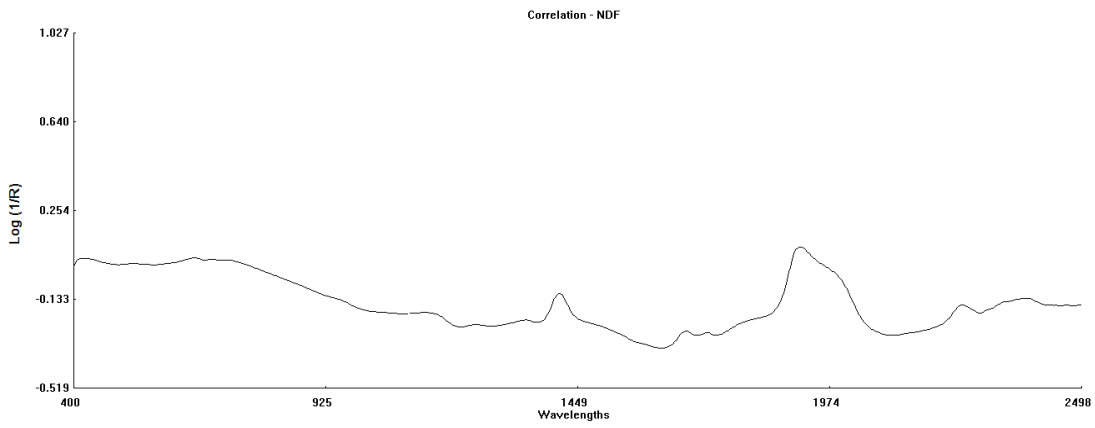
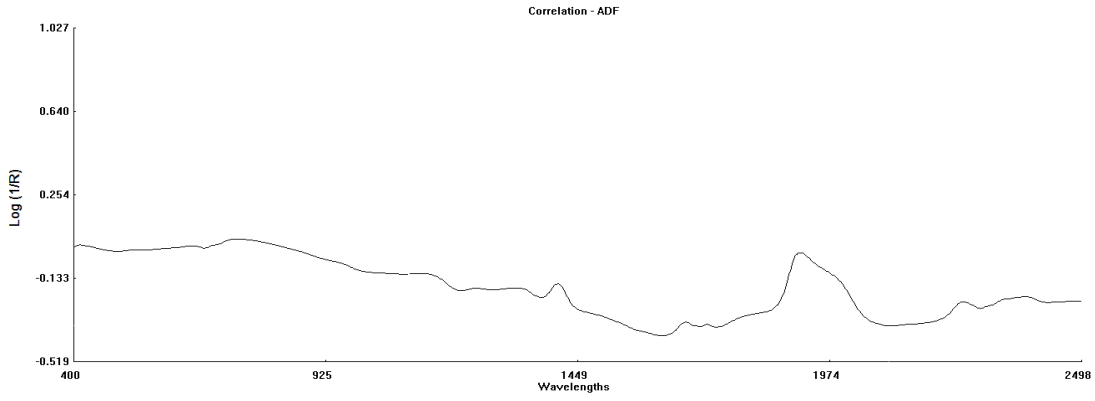
Table 2. Sweet sorghum external validation values

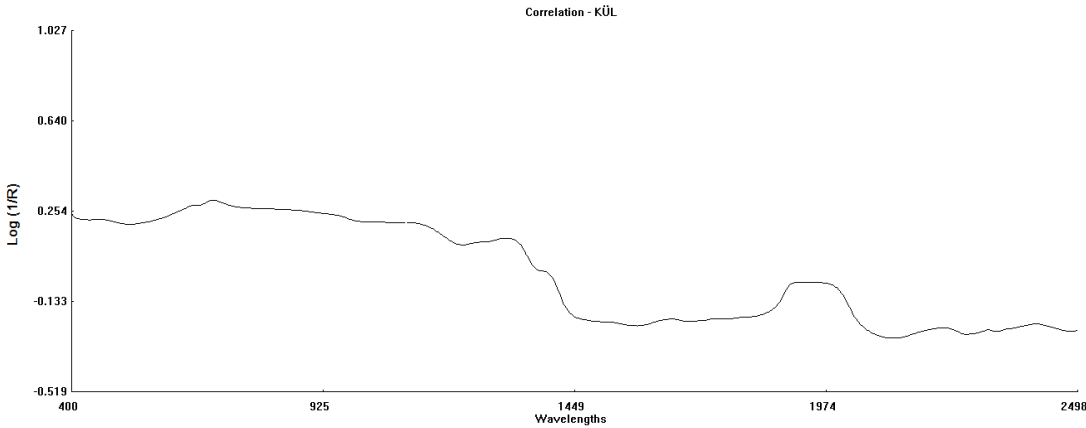
Parametre	Örnek sayısı	SD	SEP	SEP (C)	SEP(C Limit)	RPDv	Bias	Bias(Limit)	Slope	$R^2$
ADF	191	4.226	1.629	1.633	2.120	2.588	0.035	0.978	1.002	0.851
Kuru madde	191	1.548	0.727	0.730	1.146	2.121	0.015	0.529	0.995	0.658
NDF	191	6.735	1.981	1.984	1.315	3.395	0.065	1.315	0.993	0.913
Ham Protein	191	1.168	0.329	0.330	0.478	3.539	-0.014	0.221	1.000	0.920
Ham Kül	191	1.400	0.677	0.679	0.950	2.062	0.005	0.438	0.986	0.620

SD: Standart hata, SEP: Performans standart hatası, SEP (C) : Düzeltilmiş performans standart hatası, RPDv :Harici doğrulama seti verilerinin SD / SEP (C), Bias: Önyargı, Slope: Eğim,  $r^2$ : Doğrulamadaki belirleme katsayısı

Kuru madde, ADF, NDF, HP ve HK parametreleri için RPDv ve RSQ değerleri sırasıyla 2.121-0.658, 2.588-0.851, 3.395-0.913, 3.339-0.920 ve 2.062-0.620 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler Williams ve Norris (2001), Galvez-Sola ve ark.

(2010)'na göre kabul edilebilir sınırlar içerisinde. Galvez-Sola ve ark., (2010), kalibrasyonlar için yaptığı değerlendirmede,  $R^2 > 0.95$  ve  $RPD > 4.00$  mükemmel kalibrasyonlar,  $R^2 = 0.90-0.95$  ve  $RPD 3.00-4.00$  başarılı kalibrasyonlar,  $R^2 = 0.80-0.90$  ve





Şekil 1. Tatlı sorgumun kalite özellikleri ile 400-2500 nm'deki spektral yansımaya değerleri arasındaki korelasyon grafikleri

Figure 1. Correlation graphics between the quality characteristics of sweet sorghum and spectral reflection values at 400-2500 nm.

RPD 2.25–3.00 orta derecede başarılı kalibrasyonlar ve  $R^2= 0.60-0.80$  ve RPD 1.75–2.25 orta derecede faydalı kalibrasyonlar olarak belirtmişlerdir. Buna göre HP ve NDF parametresi için başarılı, ADF parametresi için orta derece başarılı, KM ve HK parametresi için orta derecede faydalı kalibrasyonlar geliştirilmiştir. Swart ve ark. (2012), 479 adet karma yemde yaptığı çalışmada kuru madde, ham protein, ADF ve NDF için kabul edilebilir ve bu çalışma ile uyumlu kalibrasyon değerleri elde etmişlerdir.

Kalibrasyonlarındaki parametrelerinin 400-2500 nm dalga boyunda taranmış spektral değerler arasındaki korelasyon Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu grafiklere göre taranan dalga boyları ile KM ve HK oranının korelasyon katsayıları diğer kalibrasyon parametrelerine göre daha düşük olarak gözlenmiştir. Asit deterjan lif (ADF) oranının spektral yansımaya değerleri 1898-1962 nm arasında pozitif iken NDF parametresinde pozitif değerler 1894-1966 nm arasında görülmüştür. Korelasyon katsayıları ADF değerinde -0.40 ve 0.05 arasında değişirken, NDF değerinde -0.35 ve 0.09 arasında değişmiştir. Protein pozitif yansımaya değerleri 400- 1342 nm arasında korelasyon katsayıları da -0.44 ve 0.25 arasında değişmiştir. Korelasyon katsayıları kuru maddede -0.31 ve 0.07 arasında değişirken HK parametresinde -0.29 ve 0.25 arasında değişmiştir. NIR tahminlemeleri NIR elektromanyetik spektrumundaki enerji değişimlerinin neden olduğu farklı kimyasal bağ reaksiyonlarına dayanarak yapılır. Bu nedenle, bu tür ilişkileri ortaya çıkarmak farklı sonuçlara ulaşılmasını sağlayabilir. Korelasyon grafiklerine bakıldığında (Şekil 1), tatlı sorgum için ADF ve NDF parametrelerinin benzer, KM parametresinin ise farklı bir spektral özellik gösterdiği gözlenmiştir.

Taranan dalga boyları ile kalibrasyon parametreleri arasındaki ilişkiyi sağlamak NIR kalibrasyon

geliştirmenin temel amacıdır. Spektral yansımaya değerleri ile kalibrasyon parametreleri arasındaki ilişkiyi inceleyen buğday (Cozzolino ve ark., 2006), buğday unu (Kahriman ve Egesel, 2011) ve kolza tohumu (Velasco ve Becker, 1998) ile yapılmış az sayıda çalışmaya rastlanmıştır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) yem bitkisi ıslahında önem taşıyan özelliklerin hızlı analizini mümkün kılacak NIR kalibrasyon modellerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda toplam beş farklı parametre (KM, HP, HK, ADF, NDF) için tahmin modeli geliştirilmiş ve bu modellerin güvenilirlikleri test edilmiştir. Elde edilen sonuçların laboratuvar sonuçları ve literatür ile karşılaştırıldıklarında da uyumlu olduğu gözlenmiştir. Kalibrasyon değerlendirme parametrelerine, yani SEC, SECV, SEP, SEPC, RPD ve  $R^2$  göre, protein ve NDF oranı değerleri arasında en iyi tahmin edilen özellikler olarak belirlenmiştir. Referans değerleri ile NIR ölçümleri arasındaki korelasyon katsayılarına bakıldığında ise ADF, KM ve HK değerlerinden kabul edilebilir sonuçlar elde edilmiştir. Bunun sebebi referans değerlerle ADF değeri için standart hatanın yüksek olması olabilir. Kuru madde (KM) ve HK değerlerinin diğer parametrelerden farklı spektral yansımaya değerleri gösterdiği görülmüştür. Daha sonra yapılacak çalışmalarda numunelerin kurutulmasının gözden geçirilmesi, hedef olmayan bileşenlerin çıkarılması veya alınan veri setleri için türevlerin sıralamasının yapılması sonuçların iyileştirilmesi için yararlı olabilecektir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TAGEM tarafından desteklenen TAGEM/



TBAD / B/ 19 /A7 /P8 / 926 nolu proje kapsamında elde edilen sonuçlarla hazırlanmıştır.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- AOAC 2000. Official methods of analysis of the AOAC, 20th ed. Methods 990.03. Association of official analytical chemists. Arlington, VA, USA
- Blanco M, Villarroya I 2002. NIR spectroscopy: a rapid-response analytical tool. Trends Analyt Chem 21 (4): 240-250
- Blosser TH, Reeves JB, Bond J 1988. Factors affecting analysis of chemical composition of tall fescue with near infrared reflectance spectroscopy. J Dairy Sci 71(2):398-407.
- Bozhanska T, Churkova B 2020. Correlation and regression relationships between quantitative and qualitative indicators of perennial grass and legume mixtures. Bulg J Agric Sci 26 (3): 567-573.
- Contreras-Govea FE, Marsalis MA, Lauriault LM, Bean BW 2010. Forage sorghum nutritive value: A review. Online. Forage and Grazinglands 8 (1): 1-6 doi:10.1094/FG2010-0125-01-RV.
- Cozzolino D, Delluchi I, Kholi M, Vazquez D 2006. Use of near infrared reflectance spectroscopy to evaluate quality characteristics in whole-wheat grain, Agric Téc 66(4):370-375.
- Çakmakçı S, Gündüz İ, Çeçen S, Aydınoglu B 1999. Sorgumun silajlık kullanımında farklı biçim devrelerinin verim ve kalite üzerine etkileri, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi 23 (3): 603-611.
- Çeçen S, Öten M, Erdurmuş C 2005. Batı Akdeniz sahil kuşağında sorgum (*Sorghum bicolor* L.) , sudanotu (*Sorghum sudanense* Staph.) ve mısırın (*Zea mays* L.) ikinci ürün olarak değerlendirilmesi Mediterr Agric Sci 18(3): 337-341.
- Davies AMC, Grant A 1987. Review: Near-infrared analysis of foods. Int J Food Sci Tech 22 (3): 191-207.
- Elçi Ş, Sağlamtimur T, İnal İ 1999. Türkiye’de yem bitkileri yetiştiriciliğinin ekim nöbetindeki yeri ve sorunları, Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. Mera kanunu eğitim ve uygulama el kitabı-1, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Çayır-Mera Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, Ankara,1999, S:81-92 .
- García J, Cozzolino D 2006. Uso de la espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) para predecir la composición química de forrajes en modelos de calibración amplia. Agric Téc 66(1):41-47
- Güneş A, Acar R 2005. Karaman ekolojik koşullarında silajlık sorgum x sudanotu melezinin ikinci ürün olarak yetiştirme imkanlarının belirlenmesi, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 19: 8-15.
- Kahrıman F, Egesel O 2011. Development of a calibration model to estimate quality traits in wheat flour using NIR (Near infrared reflectance) spectroscopy, Res J Agric Sci 43(3): 392-400.
- Karadağ Y, Özkurt M 2014. İkinci ürün olarak yetiştirilebilecek silajlık sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) çeşitlerinde farklı sıra aralıklarının verim ve kalite üzerine etkisi. JAFAG 31(1):19-24.
- Khaleduzzaman ABM, Enamul HAQ, Hazary M, Emdadul Haque M, Shafiqul Islam M 2013. Nitrogen and phosphorus fertilization for jumbo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) forage production and evaluation by using Near infrared reflectance spectroscopy. Int J Agron Plant Prod 4(S): 3576-3582.
- Maccarthy DS, Vlek PLG 2012. Impact of climate change on sorghum production under different nutrient and crop residue management in semi-arid region of Ghana: a modeling perspective. Afr Crop Sci J 20(2):243-259.
- Marsalis MA, Kirksey RE, Contreras-Govea PE, Carrasco L, O’neill MK, Lauriault LM, Place M 2010. New Mexico 2009 corn and sorghum performance tests. agricultural experiment station variety test reports. New Mexico State University. Las Cruces, Agricultural Experiment Station Cooperative Extension Service 62 pages,
- Nazlı İR 2011. Sorgum x sudanotu melezi (*Sorghum bicolor* x *Sorghum bicolor* var. Sudanense) tarımında bazı organik atıkların kullanım olanakları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 69 sy.
- Özkurt M 2013. Tokat ekolojik koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) çeşitlerinde farklı sıra aralıklarının bazı morfolojik ve tarımsal özellikleri üzerine etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 69 sy.
- Park RS, Agnew RE, Gordon FJ, Steen RWJ 1998. The use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) on undried samples of grass silage to predict chemical composition and digestibility parameters. Anim Feed Sci Technol 72 (1-2): 155-167.
- Patil AG, Oak MD, Taware SP, Tamhankar SA, Rao VS 2010. Nondestructive estimation of fatty acid composition in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] seeds using near-infrared transmittance spectroscopy. Food Chem 120 (4): 1210-1217.

- Pražak R 2016. Prospects for sorghum cultivation in Poland. *Acta Agrobot* 69(2):1661-1669.
- Rezende RP, Golin HO, Abreu VLS, Theodoro GF, Franco GL, Brumatti RC, Fernandes PB, Bento ALL, Rocha RFAT 2020. Does intercropping maize with forage sorghum effect biomass yield, silage bromatological quality and economic viability? *Res Soc Dev* 9(4):1-25.
- Shenk JS, Westerhaus MO 1994. The application of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to forage analysis, *In*: G.C. Fahey et al. (ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. pp 406-409.
- Siefers MK, Turner JE, Huck GL, Young MA, Anderson SA, Pope RV, Bolsen KK 1997. Agronomic and silage quality traits of forage sorghum cultivars in 1995, *Kansas Agric Exp Sta Rep Prog* 783: 76-80.
- Soya H 1999. İkinci ürün olarak yem bitkileri tarımı, Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. Mera kanunu eğitim ve uygulama el kitabı-1, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Çayır-Mera Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, Ankara, 1999, S:93-102.
- Swart E, Brand TS, Engelbrecht J 2012. The use of near infrared spectroscopy (NIRS) to predict the chemical composition of feed samples used in ostrich total mixed rations. *S Afr J Anim Sci* 42(5): 550-554.
- Tabacco E, Righi F, Quarantelli A, Borreani G 2011. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocula. *J Dairy Sci* 94(3) :1409-1419
- Torrecilla, M, Cantamutto MA, Bertoia LM 2011. Head and stover contibutin to digestible dry matter yield on grain and dual-purpose sorghum crop. *Aust J Crop Sci* 5 (2): 116-122.
- Tosunoğlu S, Mut H 2015. Yozgat şartlarında ana ve ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek sorgum, sudan otu ve sorgum sudan otu melez çeşitlerinin belirlenmesi. Türkiye 11. Tarla Bitkileri Kongresi, Çanakkale
- TS EN ISO 2171(2010).Tahıllar, baklagiller ve yan ürünleri - Yakılarak kül muhtevasının tayini, 22 sy.
- TS EN ISO 712 (2012). Tahıl ve tahıl ürünleri- Rutubet muhtevası tayini- Referans yöntem, 14 sy.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74 (10): 3583-3597.
- Velasco L, Becker CH 1998. Estimating the fatty acid composition of the oil in intactseed rapeseed (*Brassica napus* L.) by near infrared reflectance spectroscopy. *Euphytica*, 101:221-230
- Vranić M, Bošnjak K, Rukavina I, Glavanović S, Pintić Pukey S, Babić A, Vranić I 2020. Prediction of forage chemical composition by NIR spectroscopy. *J Cent Eur Agric* 21(3): 554-568
- Williams PC, Norris K 2001. Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries. St Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists.312 p.
- Yücel C, Yücel D, İnal İ, Gündel F, Hatipoğlu R, Dweikat I 2017a. Determining of bio-ethanol production potential of different sweet sorghum genotypes under Mediterranean conditions. Abstract Proceeding Book of ICAFOF Conference p:942.
- Yücel C, İnal İ, Gündel F, Yücel D, Aktaş A, Karaağaç HA, Hatipoğlu R, Dweikat İ 2017b. Biyoetanol üretiminde kullanılmış tatlı sorgum saplarının silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 20 (Özel Sayı): 144-148.

## Length-Length, Length-Weight Relationships and Condition Factors of Some Anatolian *Oxynoemacheilus seyhanensis* (Bănărescu, 1968) Populations

Burak SEÇER<sup>1\*</sup>, Atta MOULUDİ-SALEH<sup>2</sup>, Soheil EAGDERİ<sup>3</sup>, Erdoğan ÇİÇEK<sup>4</sup>, Sevil SUNGUR<sup>5</sup>

<sup>1,4</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Nevşehir, <sup>2,3</sup>Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, <sup>3</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Nevşehir

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-8763-131X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-0939-0901>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8649-9452>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-5334-5737>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-4018-6375>

✉: buraksecer50@gmail.com

### ABSTRACT

This study was conducted to provide length-weight (LWRs), length-length (LLRs) relationships and condition factor of *Oxynoemacheilus seyhanensis* from seven habitats belonging to three inland water basins of Turkey. A total of 166 specimens were collected from Yıldızeli, Taşköprü, Suşehri (Kızılırmak basin), Büyükpotuklu, Pınarbaşı and Örenşehir (Seyhan basin) and Akdağmadeni (Yeşilirmak basin) rivers during 2017-2019. The mean ( $\pm$ SE) of the total, fork lengths and weight were calculated as 6.49 $\pm$ 1.59 cm, 6.35 $\pm$ 1.60 cm and 3.47 $\pm$ 2.41 g, respectively.  $b$  constant of LWRs ranged from 2.29 (Suşehri) to 3.52 (Büyükpotuklu), showing growth pattern of positive allometric in all studied populations except Suşehri (negative allometric), Pınarbaşı (isometric) and Örenşehir (isometric) population. Condition factor was ranged from 0.92 (Pınarbaşı) to 1.15 (Örenşehir). In all length-weight and length-length relationships with  $r^2$  were higher than 0.91. The results of above-mentioned parameters for this deep-bodied stone loach showed that wide range of  $b$ -value shows morphological flexibility of this species in different habitats.

### Short Communication

#### Article History

Received : 02.02.2021

Accepted : 27.05.2021

#### Keywords

Samanti loach

LWRs

Seyhan basin

Kızılırmak basin

Yeşilirmak basin

## Anadolu'nun Bazı *Oxynoemacheilus seyhanensis* (Bănărescu, 1968) Popülasyonlarında Boy-Boy, Boy-Ağırlık İlişkileri ve Kondisyon Faktörü

### ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'nin üç nehir havzasına ait yedi habitattan *Oxynoemacheilus seyhanensis*'in boy-ağırlık (LWRs), boy-boy (LLRs) ilişkilerini ve kondisyon faktörünü belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla 2017-2019 yılları arasında Yıldızeli, Taşköprü, Suşehri (Kızılırmak havzası), Büyükpotuklu, Pınarbaşı, Örenşehir (Seyhan havzası) ve Akdağmadeni (Yeşilirmak havzası) akarsularından 166 örnek toplanmıştır. Total, çatal boy ve ağırlığın ortalaması ( $\pm$ SH) sırasıyla 6,49  $\pm$  1,59 cm, 6,35  $\pm$  1,60 cm ve 3,47  $\pm$  2,41 g olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, boy-ağırlık ilişkisindeki  $b$  değerinin 2,29 (Suşehri) ile 3,52 (Büyükpotuklu) arasında değiştiği görülmüş ve Suşehri (negatif allometrik), Pınarbaşı (isometrik) ve Örenşehir (isometrik) popülasyonları hariç incelenen tüm popülasyonların pozitif allometrik büyüme özelliği görülmüştür. Kondisyon faktörünün ise 0,92 (Pınarbaşı) ile 1,15 (Örenşehir) arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir.  $r^2$  değeri tüm ilişki hesaplamalarında 0,91'ün üstünde bulunmuştur. Bu kalın gövdeli çöpçü balıkları  $b$  değerinin geniş bir değişim aralığına olması farklı habitatlardaki morfolojik esnekliğe işaret etmektedir.

### Kısa Bildiri

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 02.02.2021

Kabul Tarihi : 27.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

Seyhan Çöpçü Balığı

Seyhan Havzası

Kızılırmak Havzası

Yeşilirmak havzası

LWRs

**To Cite :** Seçer B, Mouludi-Saleh A, Eagderi S, Çiçek E, Sungur S 2022. Length-Length, Length-Weight Relationships and Condition Factors of Some Anatolian *Oxynoemacheilus seyhanensis* (Bănărescu, 1968) Populations. KSU J. Agric Nat 25 (2): 423-429. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.873427>.

### INTRODUCTION

Understanding of fish growth and condition factors are

important in biological and ecological studies of fishes (Froese and Binohlan, 2000). The length-weight (*LWRs*) and length-length relationships (*LLRs*)

parameters of the fish species are important in the fisheries biology, providing information on several aspects of fish population dynamics and to understand the condition of fishes (Bagenal and Tesch, 1978; Gürkan and Taskavak, 2007). The condition factor of fishes indicates the interaction between biological and non-biological factors in the physiological conditions of them (Bagenal and Tesech, 1978). Estimation of this index in fish species is also very useful for comparing two or more populations inhabiting under the same or different conditions, and shows the status of populations during different stages of the life cycle (Bagenal and Tesech, 1978).

*Oxynoemacheilus seyhanensis* belongs to the Nemacheilidae family that small fishes inhabiting freshwaters of Asia, Europe, and northeast Africa (Nelson et al., 2016). With 58 species belongs to the family, they have a great diversity in Turkish inland waters, which 40 of them are endemics (Çiçek et al., 2018, 2020, 2021; Saygun et al., 2021). *O. seyhanensis* reported from the Mediterranean tributary, Seyhan, Kızılırmak and Yeşilirmak River basin (Çiçek et al., 2018; Sungur, 2020; Seçer et al., 2020). The LWRs of few Turkish nemacheilid species are available (Gaygusuz et al., 2012; Erk'Alan et al., 2013, 2014; İnnal et al., 2015; Yazıcıoğlu and Yazıcı, 2016; Özcan

and Altun, 2016; Özcan and Serdar, 2018; Özdemir et al., 2019 Yedier et al. 2021; Seçer et al., 2021); hence, providing such a data for these taxa is crucial for their management and conservation purposes (Tabatabaei et al., 2015).

Based on the above-mentioned information, the present study aimed to determine the length-weight, length-length relationship and condition factor of *O. seyhanensis* inhabiting three basins of Turkey.

## MATERIAL and METHOD

A total of 166 specimens of *O. seyhanensis* were collected by single sampling from seven stations, including Yıldızeli, Taşköprü, Suşehri (Kızılırmak basin), Büyükpotuklu, Pınarbaşı and Örenşehir (Seyhan basin) and Akdağmadeni (Yeşilirmak basin) rivers using electrofishing device from 2017 to 2019 (Table 1, Figure 1-2). Fishes were anesthetized with Ethyl 3-aminobenzoate methanesulfonate (MS-222), and fixed into 10% buffered formaldehyde. All samples were transferred to the laboratory and their total and fork lengths, and total weight were measured using digital calipers to the nearest 0.05 mm and digital scale to the nearest 0.01 gr, respectively.

Table 1 Coordinates of sampling stations

### Çizelge 1. Örneklem istasyonlarına ait koordinatlar

Station (İstasyon)	River (Nehir)	Basin (Havza)	Latitude (Enlem)	Longitude (Boylam)	Sampling Date (Örneklem Tarihi)
Akdağmadeni	Çakraz stream	Yeşilirmak	39°48'15.0"N	36°09'28.5"E	12 July 2018
Büyükpotuklu	Zamantı River	Seyhan	38°43'54.2"N	36°22'46.4"E	15 March 2016
Örenşehir	Zamantı River	Seyhan	38°59'40.5"N	36°34'34.3"E	28 March 2018
Pınarbaşı	Zamantı River	Seyhan	38°47'03.9"N	36°26'54.6"E	30 August 2017
Suşehri	Kızılırmak River at Zara	Kızılırmak	39°58'10.6"N	37°43'22.0"E	12 July 2018
Taşköprü	Gökırmak River	Kızılırmak	41°30'54.7"N	34°13'13.5"E	19 May 2018
Yıldızeli	Yıldız stream	Kızılırmak	39°45'40.2"N	36°45'49.4"E	30 August 2017

The LWRs was determined by the method of least squares using the equation of  $W = aL^b$  and logarithmically transformed into  $\text{Log}W = \text{Log}a + b\text{Log}L$  (Froese, 2006), where W is the total body weight (g), L is the total length (cm) and "a" is the intercept and "b" is the slope (Froese et al., 2011). Prior to regression analyses, log-log plots of the length-weight pairs were performed to identify outliers (Froese et al., 2011). The b value was tested by t-test to verify that it was significantly different from the isometric growth (b = 3). All statistical analyses were performed in Excel 2016 and SPSS (IBM SPSS Statistics 22) package program.

For the LLRs, the linear regression of the fork length (FL) versus total length (TL) was determined by using  $L=a+bL$ . Condition factor also was calculated according to Fulton (1904) and Froese (2006) using

$CF=W/TL^3 \times 100$  formula, where, W is the weight (gr) and TL is the total length (cm).

## RESULTS and DISCUSSION

Descriptive statistics, including the number of samples, total lengths and weight ranges, confidence limits and regression parameters of  $\alpha$ ,  $b$ ,  $r^2$  and condition factor of the seven studied populations of *O. seyhanensis* are presented in Table 2 and data of the LLRs in Tables 3.

The mean±SE of the total and fork lengths, and weight of the studied populations were 6.49±1.59, 6.35±1.60 and 3.47±2.41cm, respectively. All length-weight relationships were highly significant (P<0.05), with  $r^2$  values being greater than 0.91. The b values ranged from 2.29 (Suşehri) to 3.52 (Büyükpotuklu), the condition factor from 0.92 (Pınarbaşı) to 1.15



(Örenşehir) and coefficient of both LWRs and LLRs ( $r^2$ ) ranged 0.91-0.99. In addition, the growth pattern was estimated isometric or positive allometric for all

studied population except that of Suşehri that was negative.

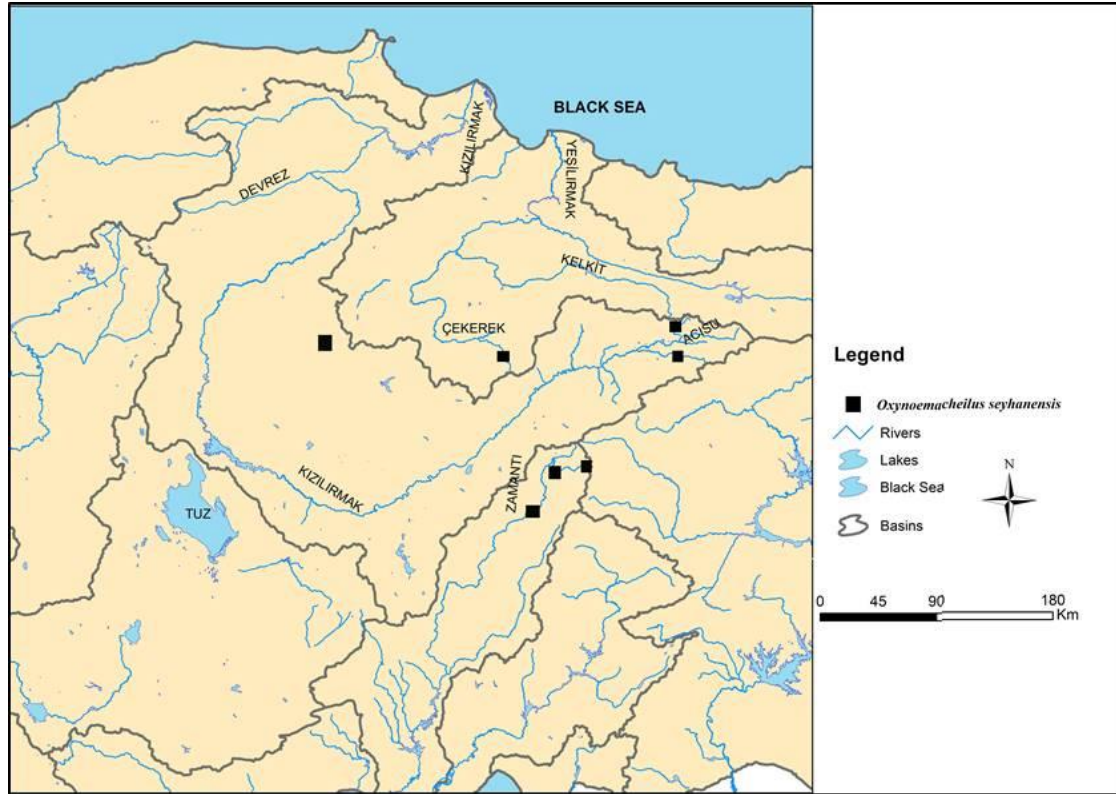


Figure 1. Distribution map for *Oxynoemacheilus seyhanensis* in Kızılırmak, Yeşilırmak and Seyhan  
Şekil 1. *Oxynoemacheilus seyhanensis*'in Kızılırmak, Yeşilırmak ve Seyhan'da dağılım haritası

The LWRs parameters of fish species are important in estimating the length and age structure, evaluation of fish stocks, ontogenetic and growth studies (Mouludi-Saleh et al., 2020) especially regarding endemic species due to their limited habitat has a special priority in conservation management (Almaça, 1984). The results of the present study showed that the b value of *O. seyhanensis* populations was between 2.29 and 3.52. According to Froese (2006) and Tesch (1971), this value can be between 2 and 4. Some factors, including nutritional conditions, sexual, time and season of sampling, and physiological factors such as maturity, spawning, and fish health can affect b value (Pauly, 1984; Froese, 2006). In addition, based on the estimated b value, the growth patterns were isometric for Örenşehir and positive allometric (A+) for Akdağmadeni, Büyükpotuklu, Örenşehir, Pınarbaşı, Taşköprü and Yıldızeli but was negative allometric (A-) for Suşehri. These results revealed that in the most of the studied population of this deep-bodied species, the weight increases more that the increase of the length, however in some specie as seen in the that of the Suşehri, this has happened vice versa. This results i.e. wide range of b value shows morphological flexibility of this species in different habitats (Tah et al., 2012; Koffi et al., 2014).

Condition factor is used to compare fish quality in terms of obesity status or fish fitness. Fish that have a high condition factor are heavier than their length; conversely, fish with a low condition factor weight less than their length. Condition factor values for the *O. seyhanensis* studied populations were calculated to be >1 except in the Pınarbaşı population. The low value of K in Pınarbaşı population probably due to unfavorable environmental or biological conditions (Blackwell et al., 2000).

## CONCLUSION

The findings of this study provided useful information about the LWRs and LLRs parameters and the condition factor of the *O. seyhanensis* populations which can be effective for further studies related to fisheries management and population dynamics.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.



Figure 2. *Oxynoemacheilus seyhanensis*: **A**, Suşehri, 69.8 mm SL, **B**, Yıldızeli, 65.8 mm SL **C**, Taşköprü, 66.9 mm SL **D**, Pınarbaşı, 71.5 mm SL, **E**, Örenşehir, 49.2 mm SL, **F**, Büyükpotuklu, 62.6 mm SL, **G**, Akdağmadeni, 78.5 mm SL

Şekil 2. *Oxynoemacheilus seyhanensis*: **A**, Suşehri, 69.8 mm SB, **B**, Yıldızeli, 65.8 mm SB **C**, Taşköprü, 66.9 mm SB **D**, Pınarbaşı, 71.5 mm SB, **E**, Örenşehir, 49.2 mm SB, **F**, Büyükpotuklu, 62.6 mm SB, **G**, Akdağmadeni, 78.5 mm SB

Table 2. Descriptive statistics and estimated parameters of length-weight relationships for *Oxyaemacheilus seyhanensis* species from different basins of Turkey during 2017-2019.

Çizelge 2. 2017-2019 yılları arasında Türkiye'nin farklı havzalarından *Oxyaemacheilus seyhanensis* türleri için tanımlayıcı istatistikler ve boy-ağırlık ilişkilerinin tahmini parametreleri.

Station (İstasyon)	River (Nehir)	N	Total length (cm) (Total boy (cm))		Total weight (g) (Total ağırlık (cm))			Regression parameters (Regresyon parametreleri)			
			Min-Max (Min-Mak) Mean±SE (Ortalama±SH)	Min-Max (Min-Mak) Mean±SE (Ortalama±SH)	Condition factor (Kondisyon faktörü) Mean±SE (Ortalama±SH)	a	95% CL of a	b	95% CL of b	r <sup>2</sup>	Growth Type (Büyüme Tipi)
Akdağmadeni	Çakraz stream	29	4.6-9.8 7.03±1.34	0.85-11.9 4.18±2.49	1.06±0.18	0.006	0.003-0.010	3.24	3.03-3.6	0.951	A+
Büyükpotuklu	Zamantı River	18	3.8-6.3 4.94±0.57	0.51-3.24 1.00±0.59	1.01±0.1	0.004	0.002-0.006	3.52	3.3-3.94	0.968	A+
Örenşehir	Zamantı River	15	6.2-9.1 7.6±0.99	2.5-8.6 5.37±2.15	1.15±0.9	0.007	0.004-0.012	3.21	2.94-3.5	0.975	I
Pınarbaşı	Zamantı River	21	3.5-6.6 4.66±0.94	0.38-2.56 1.00±0.73	0.92±0.10	0.006	0.004-0.011	3.22	2.87-3.44	0.971	I
Suşehri	Kızılırmak River at Zara	29	4.8-9.6 8.06±0.97	2.02-7.62 5.58±1.38	1.05±0.08	0.045	0.03-0.075	2.29	2.05-2.49	0.919	A-
Taşköprü	Gökırmak River	27	4.6-8.9 6.58±1.25	0.73-9.19 3.40±2.27	1.03±0.11	0.005	0.003-0.007	3.37	3.16-3.59	0.981	A+
Yıldızeli	Yıldız stream	27	4.5-8.9 6.63±1.10	0.98-8.47 3.44±1.99	1.05±0.09	0.005	0.003-0.008	3.33	3.12-3.54	0.982	A+
Total	-	166	3.5-9.8 6.49±1.59	0.38-11.9 3.47±2.41	1.03±0.16	0.006	0.005-0.008	3.22	3.14-3.3	0.981	A+

TL= total length; W=weight; n= number of individuals; a= intercept; b= slope; CL= confidence limits; r<sup>2</sup>= correlation coefficient

Table 3. Descriptive statistics and length-length relationship parameters for *Oxynoemacheilus seyhanensis* species from different basins of Turkey during 2017-2019.

Çizelge 3. 2017-2019 döneminde Türkiye'nin farklı havzalarından *Oxynoemacheilus seyhanensis* türleri için tanımlayıcı istatistikler ve boy-boy ilişki parametreleri.

Station (İstasyon)	Rivers (Nehirler)	Total length (cm) Total boy (cm)	Fork length (cm) Çatal boy (cm)	FL=a+bTL	r <sup>2</sup>
		Min-Max (Min-Mak) Mean±SE (Ortalama±SH)	Min-Max (Min-Mak) Mean±SE (Ortalama±SH)		
Akdağmadeni	Çakraz stream	4.6-9.8 (7.03±1.34)	4.5-9.6 (6.93±1.37)	FL=-0.2332+1.0189TL	0.987
Büyükpotuklu	Zamantı River	3.8-6.3 (4.94±0.57)	3.6-6.2 (4.35±0.57)	FL=-0.158+ 1.0043TL	0.99
Örenşehir	Zamantı River	6.2-9.1(7.6±0.99)	6.0-8.9 (7.42±0.98)	FL=-0.1035+0.9906TL	0.996
Pınarbaşı	Zamantı River	3.5-6.6(4.66±0.94)	3.0-6.5 (4.5±0.97)	F =-0.2962+1.0298TL	0.981
Suşehri	Kizilirmak River at Zara	4.8-9.6(8.06±0.97)	4.6-9.5 (7.86±0.96)	FL=-0.4324+1.0348TL	0.974
Taşköprü	Gökırmak River	4.6-8.9(6.58±1.25)	4.5-8.7 (6.43±1.22)	FL=0.0049+0.9768TL	0.998
Yıldızeli	Yıldız stream	4.5-8.9(6.63±1.10)	4.4-8.6 (6.48±1.07)	FL=0.0116+0.9759TL	0.997
Total		3.5-9.8(6.49±1.59)	3.0-9.6 (6.35±1.60)	FL=-0.1148+0.9947TL	0.993

## REFERENCES

- Almaça C 1984. From Relationship among Western Palearctic Species of *Barbus* (Cyprinidae, pisces). Arquivos do Museu Bocage 2(12): 207-248.
- Bagenal TB, Tesch FW 1978. Age and growth. In T. Bagebal (Ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters (pp, 101-136, 3 rd ed.) Oxford, UK: Blackwell Science Publications.
- Blackwell BG, Brown ML, Willis DW 2000. Relative Weight (Wr) Status and Current Use in Fisheries Assessment and Management. Review Fisheries Science. 8: 1-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10641260091129161>
- Çicek E, Sungur S, Fricke R 2020. Freshwater lampreys and fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist 2020. Zootaxa, 4809(2): 241-270.
- Çiçek E, Fricke R, Sungur S, Eagderi S 2018. Endemic freshwater fishes of Turkey. FishTaxa 3(4): 1-39.
- Çiçek E, Eagderi S, Sungur S, Seçer B 2021. Species of *Oxynoemacheilus* Bănărescu & Nalbant, 1966 (Actinopterygii: Nemacheilidae) in the Turkish Part of the Kura-Aras River System, with the First Detailed Evidence for the Occurrence of *O. bergianus* (Derjavin, 1934) and *O. cf. elsae* Eagderi et al., 2018. Acta Zoologica Bulgarica, 73(2):171-178
- Erk'akan F, Innal D, Özdemir F 2013. Length-weight relationships for ten endemic fish species of Anatolia. Journal of Applied Ichthyology. 29: 683-684. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jai.12140>
- Erk'akan F, Innal D, Özdemir F 2014. Length-weight relationships for some endemic stone and spine loach species in Anatolia. Journal of Applied Ichthyology. 30: 244-245. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jai.12260>
- Froese R 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology. 22: 241-253. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Froese R, Binohlan C 2000. Empirical relationship to estimate asymptotic length, length at first and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method evaluate length frequency data. Journal of fish biology. 56: 758-773. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x>
- Froese R, Tsikliras AC, Stergiou KI 2011. Editorial note on weight-length relations of fishes. Acta Ichthyologica Et Piscatoria 41(4): 261-263.
- Fulton TW 1904. The rate of growth of fishes. Twenty-second Annual Report, Part III. Fisheries Board of Scotland, Edinburgh, pp. 141-241.
- Gaygusuz Ö, Aydın H, Emiroğlu Ö, Top N, Dorak Z, Gaygusuz Ç, Başkurt S, Tarkan AS 2012. Length-weight relationships of freshwater fishes from the western part of Anatolia, Turkey. Journal of Applied Ichthyology. 29: 285-287. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jai.12015>
- Gurkan S, Taskavak E 2007. Length-weight relationships for syngnathid fishes of the Aegean Sea, Turkey. Belgian Journal of Zoology. 137(2): 219.
- Innal D, Özdemir F, Dogangil B 2015. Length Weight relationships of *Oxynoemacheilus theophilii* (Teleostei: Nemacheilidae) from Turkey. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2: 249- 250.
- Koffi BK, Berté S, Koné T 2014. Length-Weight Relationships of 30 Fish Species in Aby Lagoon, Southeastern Côte d'Ivoire. Curent Res. J. Biol. Sci., in press.
- Mouludi-Saleh A, Eagderi S, Abbasi K, Pourgholami A 2020. Comparison of some biological parameters of



- Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758) from south-western part of the Caspian Sea. *Journal of Fisheries*. 73(1): 113-122.
- Nelson JS, Grande TC, Wilson MVH 2016. *Fishes of the World*. Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: [i]-xli, 1-707.
- Özcan G, Altun A 2016. Length–weight and length-length relationships for four freshwater fish species from Gölbaşı Lake (Hatay). Turkey, *Journal of Applied Ichthyology*. 32: 1350-1352. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jai.13215>
- Özcan Eİ, Serdar, O 2018. Artificial Neural Networks as New Alternative Method to Estimating Some Population Parameters of Tigris Loach (*Oxynoemacheilus tigris* (Heckel, 1843)) in the Karasu River, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 27(12B): 9840-9850.
- Özdemir F, İnnal D, Erk' Akan F 2019. Length and weight parameters of the loach, *Oxynoemacheilus veyseli* (Nemacheilidae) in bozkuş creek (Kars-Turkey). *Menba Journal of Fisheries Faculty*. 5(1): 1-5.
- Pauly D 1984. *Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators*. ICLARM, Manila.
- Saygun S, Ağdamar S, Özuluğ M 2021. *Oxynoemacheilus fatsaensis*, a new nemacheilid loach from the Elekçi Stream in Northern Anatolia (Teleostei: Nemacheilidae). *Zoologischer Anzeiger* 294: 39-49.
- Seçer B, Mouludi-Saleh A, Eagderi S, Çiçek E, Sungur, S 2020. Morphological flexibility of *Oxynoemacheilus seyhanensis* in different habitats of Turkish inland waters: A case of error in describing a populations as distinct species. *International Journal of Ichthyology*, (3): 258-264.
- Seçer B, Sungur S, Çiçek E, Mouludi-Saleh A, Eagderi S 2021. Length-weight relationship and condition factor of endemic genus *Seminemacheilus* (Teleostei=Nemacheilidae) for Turkey. *Limnology and Freshwater Biology*, (3): 1152-1155.
- Sungur S 2020. *Oxynoemacheilus kosswigi* a Junior Synonym of *O. seyhanensis* (Teleostei: Nemacheilidae). *Iranian Journal of Science and Technology. Transaction A, Science* 44(3).
- Tabatabaei SN, Hashemzadeh Segherloo I, Eagderi S, Zamani M 2015. Length-weight relationships of fish species in Kordan River (Namak Lake basin), Iran. *Journal of Applied Ichthyology*. 31(4): 800-801. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jai.12755>
- Tah LG, Gooré Bi G, Da Costa KS 2012. Length-weight relationships for 36 freshwater fish species from two tropical reservoirs: Ayamé I and Buyo, Côte d'Ivoire. *Revista de Biología Tropical*, 60(4): 1847-1856. DOI:<http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v60i4.2185>
- Tesch FW 1971. Age and growth. In: W. E. Ricker (Ed.), *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 99–130.
- Yazıcıoğlu O, Yazıcı R 2016. The Length-Weight, Length-Length Relationship and Condition Factor of Angora Loach, *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897) Inhabiting Kılıçözü Stream in Kızılırmak River Basin (Central Anatolia Turkey). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 4: 1165- 1168. DOI: [10.24925/turjaf.v4i12.1165-1168.973](https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i12.1165-1168.973)
- Yedier S, Bostancı D, Polat, N 2021. The Length-Length, Length-Weight Relationship and Condition Factor of *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897) from Perşembe Plateau Meandering Streams in Ordu-Turkey (Middle Black Sea Region). *Fisheries & Aquatic Life, In Press*.