



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 26 Sayı-Number 4 Yıl-Year: 2023



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

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

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

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.
Tarım ve Doğa Dergisi
46100 – Kahramanmaraş/TÜRKİYE
Tel : (+90-344) 300 2108

E-mail: 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. Alptekin YASIM
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. 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. İsmail AKYOL
Ankara Üniv. Ziraat Fak.
Zootečni Böl.
ismail.akyol@ankara.edu.tr

Prof. Dr. Burhan ARSLAN
Tekirdağ Namık Kemal Üniv.
Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl.
barslan@nku.edu.tr

Prof.Dr. Sakine Serap AVGIN ✂
KSÜ Eğitim Fak. Biyoloji Böl.
ssavgin@ksu.edu.tr

Doç. Dr. Ali ÇAYLI
KSÜ Ziraat Fak. Biyosistem Müh. Böl.
alicyayli@ksu.edu.tr

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

Doç.Dr. Mustafa KÜSEK
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.
Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl.
mkusek@ksu.edu.tr

İngilizce Editörleri/English Editors

Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin CÖMERTPAY
KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl.
sabahattin@ksu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Turhan YILMAZ
KSÜ Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl.
turhanyilmaz@ksu.edu.tr

İstatistik Editörleri/English Editor

Prof. Dr. Ömer AKBULUT
Giresun Üniv.
omer.akbulut@giresun.edu.tr

Doç. Dr. Şenol ÇELİK
Bingöl Üniv.
senolcelik@bingol.edu.tr

Prof. Dr. Hikmet ORHAN
Isparta Süleyman Demirel Üniv.
hikmetorhan@hotmail.com

Alan Editörleri/Associate Editors

Doç. Dr. Tugay AYAŞAN
Osmaniye Korkutata Üniv.
tayasan@gmail.com

Prof. Dr. Levent BAT
Sinop Üniv.
leventbat@gmail.com

Doç. Dr. Ahmet Levent İNANÇ
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.
linanc@ksu.edu.tr

Doç. Dr. Köksal KARADAŞ
İğdır Üniv.
kkaradas2002@igdir.edu.tr

Doç. Dr. Oğuz Ayhan KİREÇCİ
Bitlis Eren Üniv.
kireccioguzayhan@gmail.com

Prof. Dr. Ayşe Dilek ÖZŞAHİN
Bitlis Eren Üniv.
molekuler@gmail.com



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Danışmanlar Kurulu/Advisory Board

Prof.Dr. Mohammed H ABU-DIEYEH
Qatar University, QATAR

Doç. Dr. Khairulmazmi AHMAD
University of Putra
MALAYSIA

Dr. Eslam FAID-ALLAH
Minoufiya University, EGYPT

Prof. Dr. Fikri BALTA
Ordu Üniv. ORDU

Prof. Dr. Hakan M BÜYÜKÇAPAR
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv

Dr. Larisa CAISIN
State Agrarian University, MOLDOVA

Prof.Dr. Mahfuz ELMASTAŞ
Sağlık Bilimleri Üniv. İSTANBUL

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

Prof. Dr. İlhami GÜLÇİN
Atatürk Üniv. ERZURUM

Prof.Dr. Rüştü HATİPOĞLU
Çukurova Üniv., ADANA

Prof.Dr Stanislaw HURUK
Jan Kochanowski Univ. POLAND

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

Prof.Dr. A Salah KHATTAB
Tanta University, EGYPT

Prof.Dr. K Mahmood KHAWAR
Ankara Üniv., ANKARA

Doç. Dr. Murat KÜTÜK
Gaziantep Üniv. GAZİANTEP

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

Prof. Dr. Ramazan MERAL
Bilecik Şeyh Edepli Üniv.
BİLECİK

Dr. Alisa PİRLOG
State Agrarian University, MOLDOVA

Doç. Dr. Mehdi RAHİMİ
Graduate University of Advanced
Technology, İRAN

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

Prof.Dr. Fatih SATIL
Balıkesir Üniv. Balıkesir

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

Prof.Dr. Nazım ŞEKEROĞLU
Gaziantep Üniv. GAZİANTEP

Prof.Dr Vytautas TAMUTIS
Uniwersytet Aleksandra, LITVANIA

Prof. Dr. Mohammad TARIQ
BALOCHİSTAN University
PAKİSTAN

Dr. Thobela Louis TYASI
University of Limpopo
GÜNEY AFRİKA

Dr. Saravanan VİVEKANANDARAJAH
Boigai Institute, Batticaloa,
SRI LANKA

Prof. Dr. Abdulmojeed YAKUBU
Nasarawa State Üniv. , NİJERYA

Prof. Dr. İbrahim YILMAZ
Akdeniz Üniv. ANTALYA

Prof. Dr. Kadir YILMAZ
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv

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

Doç. Dr. Daniel ZABORSKIWEST
Pomeranian University of
Technology POLONYA

Prof. Navid GHAVİ HOSSEİN-ZADEH
University Of Guilan İRAN



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

İÇİNDEKİLER

ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE

- Muğla Yöresinden Selekte Edilen Dikenli İncir (*Opuntia ficus-indica* L.) Genotiplerinin Agromorfolojik ve Pomolojik Karakterizasyonu
Agro-morphological and Pomological Characterization of Native Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* L.) Selected from Muğla District 711-721
Taliye SERT, Fatma KOYUNCU, Sultan Filiz GÜÇLÜ, Funda ÖZÜSOY
- Bazı Basık Şeftali ve Nektarin Çeşitlerinin Bursa (Türkiye) Koşullarındaki Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin İncelenmesi
Investigation of Phenological and Pomological Characteristics of Some Flatt Peach and Nectarine Cultivars in Bursa (Türkiye) Conditions 722-731
Dilan AHI KOŞAR, Mevlüt Batuhan KOŞAR, Umran ERTÜRK
- Hasat Sonrası UV-C Uygulamalarının Angeleno Erik Çeşidinde Muhafaza Süresince Meyve Kalitesine Etkileri
Investigation of Phenological and Pomological Characteristics of Some Flatt Peach and Nectarine Cultivars in Bursa (Türkiye) Conditions 732-742
Sevil ÜNAL, Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR
- Kırmızı Şaraplarda Antioksidan Kapasite ile Toplam Fenolik Bileşik ve Toplam Monomerik Antosiyanin Düzeylerinin İlişkileri
Relationships between Antioxidant Capacity and Total Phenolic Compound and Total Monomeric Anthocyanin Levels in Red Wines 743-753
Damla YÜKSEL KÜSKÜ, Hande TAHMAZ KARAMAN
- Determination of Tolerant Genotypes Against Flood Stress in Spinach
Ispanakta Sel Baskımı Stresine Karşı Tolerant Genotiplerin Belirlenmesi 754-766
Yeşim DAL, Musa SEYMEN, Ayşe Özgür UNCU, Önder TÜRKMEN, Banu Çiçek ARI
- Amerikan Asma Anaçlarından Elde Edilen F₁ Hibrit Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Üzerine GA₃ Uygulamalarının Etkisi
The Effect of GA₃ Applications on Germination Properties of F₁ Hybrid Seeds Obtained from American Grapevine Rootstocks 767-777
Adem YAĞCI, Selda DALER
- Kısıtlı Su Stresi Altında Yağ Gülü (*Rosa x damascena* Mill.) Fidanlarının Morfolojik Tepkileri ile Toplam Klorofil ve Fenolik İçeriklerinin Değişimi
Morphological Responses and Variation of Total Chlorophyll and Phenolic Contents of Oil Rose (*Rosa x damascena* Mill.) Saplings under Water-Restricted Stress 778-787
Tugba TIRYAKI, Fatma YILDIRIM, Civan ÇELİK
- Gaziantep, Kahramanmaraş ve Adıyaman İllerinde Badem İçkurdu *Eurytoma amygdali* Enderlein (*Hymenoptera: Eurytomidae*)'nin bulaşıklık oranı ve parazitoidleri
Infestation Rate and Parasitoids of Almond Seed Wasp *Eurytoma amygdali* Enderlein (*Hymenoptera: Eurytomidae*) in Gaziantep, Kahramanmaraş and Adıyaman Provinces. 788-794
Hakan USANMAZ, Mahmut Murat ASLAN



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Toxicity of Some Entomopathogenic Fungi Combined with Boric Acid Against Adults of American Cockroach *Periplaneta americana* (L.) (Blattodea: Blattellidae)

Bazı Entomopatojen Fungusların Borik Asitle Birlikte Kullanımının Amerikan Hamamböceği *Periplaneta americana* (L.) (Blattodea: Blattellidae) Erginlerine Karşı Toksisitesi
İbrahim Ersin BOZDOĞAN, Hasan TUNAZ 795-805

Van Gölü Havzası'nda Bazı Endemik ve Nadir Astragalus Taksonlarının Filogenetik İlişkilerinin Belirlenmesi

Determining Phylogenetic Relationships of Some Endemic and Rare Astragalus Taxa in the Van Lake Basin
Determining Phylogenetic Relationships of Some Endemic and Rare Astragalus Taxa in the Van Lake Basin
İlhan KAYA 806-814

Bitki Uçucu Yağların Gri Küf Hastalığı Etmeni *Botrytis cinerea*'nın Misel Gelişimi, Konidi Çimlenmesi ve Hif Morfolojisi Üzerine Antifungal Etkileri

Antifungal Effects of Essential Oils on Mycelial Growth, Conidia Germination and Morphology of Hyphae of Gray Mold Disease Agent *Botrytis cinerea*
Fatih KÖSE, Emine Mine SOYLU 815-826

Tek Yıllık Çim Yetiştiriciliğinde Organik Madde ve Farklı Azot Kaynaklarının Ot Verimi ve Kalitesine Etkisi

Effect of Organic Matter and Different Nitrogen Sources in Annual Ryegrass Cultivation on Forage Yield and Quality
Hasan Can DEMİRAY, Altıngül ÖZASLAN PARLAK 827-834

Kışlık Ara Ürün Fiğ (*Vicia sativa* L.) Tarımında Farklı Organik Gübre Kaynaklarının Ot Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri

The Effects of Different Organic Fertilizer Use on Forage Yield and Quality in Winter Interval Crop Vetch (*Vicia sativa* L.)
Fatma AKBAY, Adem EROL, Mustafa KIZILSIMSEK 835-844

Sowing Date Effect on Some Agro-Morphological Characteristics of Maize (*Zea mays* L. *indentata*)

Ekim Zamanının Mısırın (*Zea mays* L. *indentata*) Agro-Morfolojik Karakterleri Üzerine Etkisi
Cem Tufan AKÇALI, Hüseyin GÖZÜBENLİ 845-853

The Impact of Morpho- and Onto-Genetic Variation on Essential Oil Profile of *Hypericum heterophyllum* Vent., an Endemic Species in Turkey's Flora

Türkiye Florasında Endemik Bir Tür Olan *Hypericum heterophyllum* Vent.'in Uçucu Yağ Kompozisyonuna Morfogenetik ve Ontogenetik Varyasyonun Etkisi
Belgin COŞGE ŞENKAL, Tansu USKUTOĞLU 854-860

Evaluation of Agronomic Traits and Allele Specific DNA Markers Related to Some Disease and Quality Traits in Mutant Karakılıçlık M₄ Individuals

Mutant Karakılıçlık M₄ Bireylerinde Agronomik Özellikler, Bazı Hastalık ve Kalite Özellikleri ile İlişkili Allellerin DNA Markörleri ile Saptanması
İlker YÜCE, Ziya DUMLUPINAR 861-869



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Bazı Acıbakla Genotiplerine Ait Ucucu Bileşiklerin SPME GC-MS Yöntemiyle Karakterizasyonu**
The Characterization of Volatile Compounds Belonging to Some Lupin Genotypes By SPME GC-MS Method
Ela Nur ŞİMŞEK SEZER, Mustafa YORGANCILAR, Tuna UYSAL 870-877
- ARMA Modeli ile Türkiye Antep Fıstığı Üretimi Tahmini**
Turkish Pistachio Production Projection with the ARMA Model
Ruken ÖZTEP, Ferruh İŞİN 878-887
- The Effects of Subsidies on the Profitability of Dairy Cattle Farming in Türkiye**
Türkiye'de Süt Sığırcılığında Uygulanan Desteklerin İşletme Kârlılığı Üzerine Olan Etkileri
Cuma AKBAY, Abdulkaki BİLGİÇ 888-901
- Tarımsal Eğitimin Çiftçiler Üzerine Etkisi: Atatürk Üniversitesi Örneği**
The Effect of Agricultural Training on Farmers: The Case of Ataturk University
Nursel AKIŞ, Adem AKSOY 902-911
- Evelik Otunun (*Rumex Acetosella*) Kuzu Rasyonlarına İlavesinin Sindirim Derecesine ve Fermantasyon Parametrelerine Etkisinin In Vitro Gaz Üretim Tekniği ile Belirlenmesi**
Determination of the Effect of Addition of Sheep Sorrel (*Rumex acetosella*) to Lamb's Ration on Digestion Degree and Fermentation Parameters by In Vitro Gas Production Technique
Yakup BİLAL, Tuğba BAKIR, Bilal SELÇUK 912-918
- Improving of Nutritional Value of Wheat Bran Subjected to Solid State Fermentation with Pomegranate Peel and Whey**
Nar Kabuğu ve Peynir Altı Suyu ile Katı Faz Fermantasyonuna Tabi Tutulan Buğday Kepeğinin Besin Değerinin İyileştirilmesi
Röyale AHMADOVA, Ş.Canan BÖLÜKBAŞI 919-926
- An Investigation into The Frequency and Causes of Fleas in Goat Farms**
Kıl Keçi İşletmelerinde Pire Görülme Sıklığı ve Nedenleri Üzerine Bir Araştırma
Turgay TAŞKIN, Çağrı KANDEMİR, Nedim KOŞUM, Cemal UN, Hüseyin CAN, Sedef ERKUNT ALAK, Ahmet KÖSEOĞLU 927-937
- Düzce Bal Arısı Populasyonlarında Morfometrik ve mtDNA Çeşitliliği Üzerine Arıcılığın Etkileri**
Morphometric and mtDNA Variability Reveals Beekeeping Influences on Duzce Honeybee Populations
Songül BİR, Meral KEKEÇOĞLU 938-951
- Entansif Yetiştiricilikte Bir İnekte Paramphistomosis Olgusu ve Klinik Değerlendirme**
A Case of Paramphistomosis and Clinical Evaluation in a Cow with Intensive Breeding
Mehmet ÖZÜİÇLİ, Ahmet YAVUZ, Özkan YAVAS, Veli ÇIRAK 952-956



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

HAKEMLER/Referees*

Doç. Dr. Davut Soner AKGÜL	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Doç. Dr. Davut Soner AKGÜL	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Prof. Dr. Nevzat AYDIN	Karamanoğlu Mehmetbey Üniv. Mühendislik Fak. Biyomühendislik Böl. Karaman
Prof. Dr. Recep AYDIN	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Erzurum
Doç. Dr. Ösmetullah ARVAS	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Van
Prof. Dr. Özlem ATEŞ SÖNMEZOĞLU	Karamanoğlu Mehmetbey Üniv. Mühendislik Fak. Biyomühendislik Böl. Karaman
Prof. Dr. İlknur AKGÜN	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Isparta
Prof. Dr. Şevket ALP	Van Yüzüncü Yıl Üniv. , Mimarlık ve Tasarım Fak. , Peyzaj Mimarlığı Böl. Van
Prof. Dr. Ahmet BALKAYA	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Samsun
Doç. Dr. Halil BOLU	Dicle Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Diyarbakır
Prof. Dr. Mehmet BOZOĞLU	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Samsun
Prof. Dr. Mehmet BOZOĞLU	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Samsun
Dr. Öğr. Üyesi Nazan BALBABA	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. ,Türkoğlu MYO Kahramanmaraş
Prof. Dr. Rüstem CANGİ	Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Tokat
Doç. Dr. İhsan CANAN	Bolu Abant İzzet Baysal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bolu
Doç. Dr. İsa COŞKUN	Kırşehir Ahi Evran Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Kırşehir
Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR	Kilis 7 Aralık Üniv. Fen Fak. Kimya Böl. Kilis
Doç. Dr. Erdal ÇAÇAN	Bingöl Üniv. Gıda Tarım ve Hayvancılık MYO. Bitkisel ve Hayvansal Ür. Böl. Bingöl
Prof. Dr. F. Çağlar ÇELİKEZEN	Bitlis Eren Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Kimya Böl. Bitlis
Prof. Dr. Oğuzhan ÇALIŞKAN	Hatay Mustafa Kemal Üniv. , Ziraat Fak. , Bahçe Bitkileri Böl. Hatay
Doç. Dr. Tayfun ÇUKUR	Muğla Sıtkı Koçman Üniv. Milas MYO Pazarlama ve Reklamcılık Böl. Muğla
Doç. Dr. Şenol ÇELİK	Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Bingöl
Doç. Dr. Şenol ÇELİK	Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Bingöl
Prof. Dr. Ertuğrul FİLİZ	Düzce Üniv. Çilimli MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Düzce
Doç. Dr. Aziz GÜL	Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Hatay
Prof. Dr. Gözde GÜRELLİ	Kastamonu Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Kastamonu
Doç. Dr. Mehtap GÜNEY	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Van
Dr. Öğr. Üyesi Osman GEDİK	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kahramanmaraş
Dr. Öğr. Üyesi A. Zeki HEPÇİMEN	Celal Bayar Üniv. Saruhanlı MYO Otel Lokanta ve İkram Hizmetleri Böl. Manisa
Doç. Dr. Behcet İNAL	Siirt Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Siirt
Prof. Dr. Emine İKİKAT TÜMER	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof. Dr. Ayzin KÜDEN	Çukurova Üniv. Bahçe Bitkileri Böl. Adana
Dr. Öğr. Üyesi Doğancahan KAHYA	Eskişehir Osmangazi Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Eskişehir
Doç. Dr. Dursun KURT	Ondokuz Mayıs Üniv. Bafra MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Samsun

* Soyada göre sıralanmıştır.



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Doç. Dr. Mehmet KEÇECİ	Malatya Turgut Özal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Malatya
Prof. Dr. Mustafa KÖSE	Afyon Kocatepe Univ. Veteriner Fak. Klinik Öncesi Bilimleri Böl. Afyon
Prof. Dr. Osman KILIÇ	Ondokuz Mayıs Univ. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Samsun
Prof. Dr. Sema KARANLIK	Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Besleme Böl. Hatay
Dr. Öğr. Üyesi Tamer KUŞAKSIZ	Manisa Celâl Bayar Üniv. Alaşehir MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Manisa
Doç. Dr. Erdogan MALATYALI	Aydın Adnan Menderes Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Aydın
Doç. Dr. Mehmet MAMAY	Harran Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Şanlıurfa
Prof. Dr. Adnan ORAK	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. , Tarla Bitkileri Böl. Tekirdağ
Prof. Dr. Esmâ KOZAN	Afyon Kocatepe Üniv. Veteriner Fak. Klinik Öncesi Bilimleri Böl. Afyon
Prof. Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR	Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Hatay
Doç. Dr. Fatih ÖNER	Ordu Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Ordu
Prof. Dr. Fulya ÖZDİL	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Tekirdağ
Prof. Dr. Koray ÖZRENK	Siirt Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Siirt
Dr. Öğr. Üyesi Murat ÖZTÜRK	Yozgat Bozok Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Yozgat
Prof. Dr. İnanç ÖZGEN	Fırat Üniv. Baskil Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Elazığ
Prof. Dr. Atila Aytekin POLAT	Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Hatay
Prof. Dr. Ayşe Yıldız PAKYÜREK	Harran Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Şanlıurfa
Dr. Öğr. Üyesi Benian PINAR AKTEPE	Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fak. Osmaniye
Prof. Dr. Alireza SEİDAVİ	Department Of Animal Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
Doç. Dr. Behlül SEVİM	Aksaray Üniv. , Aksaray Teknik Bilimler MYO Gıda İşleme Böl. Aksaray
Prof. Dr. Mehmet Salih SAYAR	Dicle Üniv. Bismil MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Diyarbakır
Doç. Dr. Ugur SERBESTER	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Adana
Prof. Dr. Suat ŞENSOY	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Van
Doç. Dr. Mustafa TERİN	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Van
Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Ankara
Prof. Dr. Mehmet Rifat ULUSOY	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Dr. Öğr. Üyesi A. Yusuf YÜKSEL	Harran Üniv. Ziraat Fak. Bozova MYO Su Ürünleri Böl. Şanlıurfa
Doç. Dr. Adem YAĞCI	Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Tokat
Doç. Dr. Ash ÇİLİNGİR YELTEKİN	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Fak. Kimya Böl. Van
Prof. Dr. Ercan YILDIZ	Erciyes Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kayseri
Prof. Dr. Kenan YILDIZ	Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Tokat
Prof. Dr. Kenan YILDIZ	Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Tokat
Prof. Dr. Muhittin YUREKLİ	İnönü Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Malatya
Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ	Fırat Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Elazığ
Dr. Öğr. Üyesi Turhan YILMAZ	KSÜ Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kahramanmaraş



Muğla Yöresinden Selekte Edilen Dikenli İncir (*Opuntia ficus-indica* L.) Genotiplerinin Agromorfolojik ve Pomolojik Karakterizasyonu

Taliye SERT¹, Fatma KOYUNCU², Sultan Filiz GÜÇLÜ³, Funda ÖZÜSOY⁴

¹Beyobası Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Köyceğiz/MUĞLA, ²⁴Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Doğu Yerleşkesi 32260 Çünür/ISPARTA, ³Atabey Meslek Yüksekokulu Müdürlüğü 32670 Atabey/ISPARTA

¹<https://orcid.org/0000-0002-3231-8051>, ²<https://orcid.org/0000-0001-5803-6944>, ³<https://orcid.org/0000-0003-0561-7037>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-5520-0857>

✉: fatmaoker@gmail.com

ÖZET

Köyceğiz ve Ortaca (Muğla) yöreleri doğal yetiştirme alanlarındaki dikenli incir (*Opuntia ficus-indica* L.) genotiplerinden klon adayları bitkilerin seçimine yönelik yapılan bu çalışmada; agromorfolojik ve pomolojik özellikleri UPOV protokolüne göre belirlenen 60 birey içerisinde üstün/farklı özellikleri bakımından ıslahçının amacına uygun görülen 15 genotipe ait bulgular sunulmuştur. Fenolojik dönemler; tomurcuk patlaması mart sonu ve nisan başı, tam çiçeklenme Mayıs-haziran ayları süresince, derim zamanı ise Ağustos-Eylül ayları olarak gözlemlenmiştir. Kalitatif morfolojik özellikler; bitki büyüme şekli “dik”, bitki boyu “uzun”, klatod şekli “dar eliptik”, klatod dikenlilik durumu “çok az”, bir areolden çıkan diken sayısı “az”, meyve şekli “eliptik” meyve kabuk rengi “turuncu”- “sarı”, olarak gözlemlenmiştir. Pomolojik özellikler bakımından en yüksek değerler; meyve ağırlığı 155.59 g (KH1), meyve boyu 86.68 mm (OO6), meyve çapı 53.76 (KB3) mm ve meyve kabuk ağırlığı ise 61.36 g (KH1) olarak elde edilmiştir. En fazla tohum sayısı 231.66 adet ile KH1 genotipinde sayılmıştır. ŞÇKM değerleri %10.16 (KH4) ile %14.20 (KH1) arasında, ortalama TA %0.03 (KH4, OO7) ile %0.11 (KH1) arasında bulunmuştur. Meyve et rengi (L* a* b*) değerlerine göre genotiplerin meyve et renklerinin koyu sarıdan (KD5) turuncu-açık kırmızıya (OO4) kadar değiştiği belirlenmiştir. Dikenli incir meyvelerinin askorbik asit içeriği 6.51 mg 100 g⁻¹ ile 17.25 mg 100 g⁻¹ arasında değişen miktarlarda bulunmuştur. KH1 genotipi ise meyve ağırlığı, meyve iriliği, tohum sayısı ve pomolojik birçok kalite parametresi bakımından en yüksek özelliklere sahip olmuştur.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 21.02.2022

Kabul Tarihi : 02.12.2022

Anahtar Kelimeler

Hint inciri

Kaktüs

UPOV

Vitamin C

Agro-morphological and Pomological Characterization of Native Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* L.) Selected from Muğla District

ABSTRACT

In this study, for the selection of clone candidate plants from the cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.) population in the natural growing areas of Köyceğiz and Ortaca (Muğla) regions, the agromorphologic and pomological characteristics of 60 cactus pear genotypes were evaluated according to the UPOV protocol. Research data of 15 genotypes that are considered suitable for breeder purposes as superior/different characteristics were presented. Qualitative morphological characterizations were described as; plant growth habit “upright”, plant height “tall”, cladode shape “narrow elliptical”, cladode spiny “very little”, number of thorns protruding from an areole is “few”, fruit shape is “elliptical”, fruit skin color is “orange”-“yellow”. The highest values according to pomological characteristic; fruit weight were 155.59 g (KH1), fruit length was 86.68 mm (OO6), fruit diameter was 53.76 (KB3) mm, fruit skin weight was 61.36 g (KH1). The highest number of seeds was counted in KH1 genotype with 231.66. The total soluble solid was found between 10.16 % (KH4) and 14.20 % (KH1), and the mean titratable acidity was detected between 0.03% (KH4, OR7) and 0.11% (KH1). According to the L* a* b* values of the fruit flesh color of genotypes

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 21.02.2022

Accepted : 02.12.2022

Keywords

Prickly fig

Cactus

UPOV

Vitamin C

ranged from dark yellow (KD5) to orange-light red (OO4). The ascorbic acid content of cactus pear fruits was detected ranging from 6.51 mg 100 g⁻¹ to 17.25 mg 100 g⁻¹. KH1 genotype had the highest characteristics in terms of fruit weight, fruit size, number of seeds and many pomological quality parameters.

Atıf Şekli:	Sert, T., Koyuncu, F., Güçlü, S.F., & Özüsoy, F. (2023). Muğla Yöresinden Selekte Edilen Dikenli İncir (<i>Opuntia ficus-indica</i> L.) Genotiplerinin Agromorfolojik ve Pomolojik Karakterizasyonu. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26</i> (4), 711-721. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1073982
To Cite :	Sert, T., Koyuncu, F., Güçlü, S.F., & Özüsoy, F. (2023). Agro-morphological and Pomological Characterization of Native Cactus Pear (<i>Opuntia ficus-indica</i> L.) Selected from Muğla District. <i>KSU J. Agric Nat 26</i> (4), 711-721. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1073982

GİRİŞ

Dikenli incir *Opuntia ficus-indica* L., Cactaceae familyası, *Opuntia* cinsinde yer alan (Güzel, 2019) çok yıllık bir kaktüs bitkisidir. Cactaceae, dünya kıta yüzeyinin neredeyse %30'unu içerisine alan kurak ve yarı kurak bölgelerinin en önemli familyalarından biridir (Kigel, 1995; Zurnacı, 2017). Dikenli incir anavatanı olan Meksika'da tarih öncesi çağlardan beri süregelen yerli halk kültürü için de yer almış önemli bir meyvedir (Uzun & Şengül, 1994; Jimenez-Aguilar ve ark., 2014). Toplam dünya üretiminin %45'ini oluşturan Meksika dünyanın en fazla dikenli incir yetiştiren ülkesidir. Diğer önemli üretici ülkeler; %12.2 ile İtalya ve %3.7 ile Güney Afrika'dır (Garcia ve ark., 2020).

Dikenli incir gerek meyveleri gerekse kaktüsünün diğer kısımları ile hem insan hem de hayvanlar için zengin içerikli gıda niteliğine sahiptir (Galati, 2003; Yılmaz, 2010). Klatodlar (yaprak gövde); müsilaj, pektin ve mineraller, meyve; vitamin, betalin ve aminoasitler bakımından değerlidir (Saenz ve ark., 2004). Antosiyanin ve yağ bakımından değerli bir gıda olan tohum endospermi zengin polisakkaritlerden oluşur ve kabuklarında D-ksilen ihtiva eder. Dikenli incirin sulu meyve eti glikoz, vitaminler, renk pigmentleri, mineraller (magnezyum, kalsiyum, fosfor) bakımından zengin, doğal antioksidantlar (polifenoller, vitamin C ve selenyum), diyet lifi ve serbest aminoasitler içermektedir (Galati ve ark., 2003; Piga, 2004; Feugang ve ark., 2006; Jana, 2012). Dikenli incir meyve ve tohumlarının makro ve mikro besin elementlerini (Al-Juhamini & Özcan, 2013), meyvenin antosiyanin ve yağ bakımından zenginliğini (Saenz ve ark., 2004; El Mannoubi ve ark., 2009), ve fonksiyonel gıdaların üretiminde hammadde olarak kullanımını (Ramadan & Mörsel, 2003) araştıran pek çok çalışmanın sonuçları bu türün meyvelerinin fitobesin olarak adlandırılabilirliğini göstermektedir. Nüfusun süratle arttığı dünyada alternatif gıda kaynakları önem kazanmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde dikenli incir insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte, geleneksel halk tıbbında dikenli incir kaktüsünün pek çok doku ve organı kardiyovasküler hastalıkların (Gouws ve ark., 2020), diyabet, immün yetmezlik ve romatizma (Park ve ark., 2013; Tilahun & Walegerima, 2018) gibi

hastalıkların tedavilerinde yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Genellikle subtropik iklim bölgelerinde tek çalı veya çit bitkisi olarak yetiştirilen dikenli incir, Türkiye'de Adana, Antalya, Hatay, Mersin, Muğla yörelerinde ve Güney Ege kıyı kesimlerinde yabani bitki olarak dağınık şekilde yetişmektedir (Uzun & Şengül, 1994; Dengiz & Zengin, 2016; Güven, 2017). Türkiye istatistiklerinde dikenli incir üretimine ilişkin resmi kayıt bulunmamaktadır. Çok büyük meyve tür zenginliğine sahip olan Türkiye'de de son yıllarda farklı meyve türlerine olan talep giderek artmaktadır. Dikenli incir ile yapılan çalışmalar genellikle yerel seleksiyonlardır. Özellikle Adana, Mersin, Osmaniye, Hatay, Fethiye, Antalya'da araştırmalar yürütülmüştür (Karababa ve ark., 2004; Duru & Türker, 2005; Tütüncü, 2014; Güven, 2017; Güzel, 2019).

Yabani dikenli incir popülasyonu bakımından zengin ve yüksek yetiştiricilik potansiyeline sahip Köyceğiz ve Ortaca (Muğla) ilçelerinde yapılmış özgün çalışma bulunmamaktadır. Çalışmada, bölgedeki dikenli incir potansiyelinin ortaya çıkarılması ve klon/çeşit aday olabilecek genotiplerin belirlenmesi ve tarıma kazandırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Bitkisel materyal ve araştırma sahası

2018-2019 yıllarında yürütülen bu çalışmada, Köyceğiz (36° 5' N, 28° 41' S) ve Ortaca (36° 50' N, 28° S) yörelerinde doğal halde yetişen dikenli incir genotipleri materyal olarak kullanılmıştır. Muğla ili Köyceğiz (rakım 10 m) ve Ortaca (rakım 28 m) ilçelerinde genellikle sıcak ve ılıman iklim hakimdir. Araştırma sahası yıl boyunca yaklaşık 3500 saatin üzerinde güneş ışığı almaktadır (Anonim, 2019).

Örnekleme Yöntemi

Köyceğiz ve Ortaca ilçelerinde kendiliğinden yetişen (yabani) dikenli incir genotiplerinin morfolojik-pomolojik özellikleri ile çiftçilerin görüşlerine göre toplam 60 genotip ön seleksiyonla araştırmaya dahil edilmiştir. İslahçı tercihi ile meyve kalitesine daha çok etkili olduğu düşünülen; meyve boyutları, meyve ağırlığı, meyve et/kabuk oranı, SÇKM, gibi kantitatif

parametreler açısından birbirlerinden farklı ve/veya üstün özelliklere sahip oldukları düşünülen 15 adet bireyin morfolojik ve pomolojik karakterizasyonu yapılmış ve bu genotiplere ilişkin veriler sunulmuştur. Dikenli incir kaktüslerinin farklı organlarının

morfolojik karakterizasyonu UPOV kriterlerine göre yapılmıştır (Anonymous, 2006). Fenotipik değerlendirme için izlenen metodoloji Çizelge 1' de sunulmuştur.

Çizelge 1. Dikenli incir genotiplerinin kalitatif özellikleri ve tanımlanma kriterleri

Table 1. Qualitative characteristics and identification criteria of cactus pear genotypes

Özellikler (Traits)	Karakter durumları (Characters Measures)						
Bitki büyüme şekli <i>Plant growth pattern</i>	Dik	Yayvan	Sarkık	Yatık			
Bitki boyu (m) <i>Plant length (m)</i>	Uzun	Orta	Kısa				
Klatod şekli <i>Clatode shape</i>	Dar eliptil	Orta eliptik	Geniş eliptik	Baklavamsı	Dairesel	Dar ters yumurtamsı	Geniş ters yumurtamsı
Klatod dikenlilik durumu <i>Clathode spinyness status</i>	Dikensiz	Birkaç adet	Orta	Çok	Çok fazla		
Bir areolden çıkan diken sayısı <i>The number of spines emerging from the areole</i>	Dikensiz	Az	Orta	Fazla	Çok fazla		
Klatodtaki dikensi miktarı <i>The amount of spines in the clathod</i>	Yok /Az	Orta	Çok				
Merkezi dikenin pozisyonu <i>Position of the central spine</i>	Dik	Yarı dik	Yatay				
Areollerin yoğunluğu <i>Density of areoles</i>	Seyrek	Orta	Yoğun				
Gloşidlerin sayısı <i>Glochid count</i>	Az	Orta	Çok				
Gloşidlerin rengi <i>Glochid color</i>	Sarı	Kahverengi					
Meyve sap uzunluğu <i>Fruit stem length</i>	Kısa	Orta	Uzun				
Meyve çiçek tablası çukuru <i>Receptacle depth</i>	Yok /Az	Orta	Çok				
Meyve kabuk rengi homojenliği <i>Fruit skin color homogeneity</i>	Homojen	Düzensiz					

Fenolojik dönemler

Tomurcuk patlaması: taç klatodlarda tomurcukların ilk görüldüğü tarih,

Tam çiçeklenme: çiçeklerin %60-70'nin açtığı tarih,

Derim: Meyve kabuk renginin tür özelliği (portakal-sarı rengi) gösterdiği tarih olarak McIntosh (2002) tarafından belirlenen kriterlere göre gözlem yolu ile kayıt altına alınmıştır.

Derim olumuna göre meyveler sabah erken saatlerde keskin bir bıçak yardımıyla klatodtan parça alınarak hasat edilmiştir. Karton kasalara yerleştirilerek üzerlerine ince nemli kağıt örtülen meyveler pomolojik analizler için 5 °C deki depolarda muhafaza edilmiştir.

Fiziksel ve kimyasal kalite analizleri

Her bir genotip hasat zamanında ayrı ayrı olmak üzere pomolojik analizler Mashope (2007)' ye göre yapılmıştır.

Meyve boyutları (mm): Meyve uzun aksinden (boy) ve orta yerinden (çap) dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

Meyve ağırlığı (g) ve kabuk ağırlığı (g): Her bir meyve tek tek ve soyulan meyve kabuklarının 0.01g hassasiyetindeki terazide (Scaltec, SBA-51) tartılmasıyla bulunmuştur.

Pulp (%): Meyve eti ağırlığının toplam meyve ağırlığına bölündükten sonra çıkan değer 100 ile çarpılması ile hesaplanmıştır. Meyve eti yani tüketilen kısım, toplam meyve ağırlığından kabuk ağırlığının çıkartılmasıyla bulunmuştur. Meyve ağırlığı ve kabuk ağırlığı 0.01g hassasiyetinde Scaltec SBA-51 terazi ile ölçülmüştür.

Meyve et rengi (L* a* b*): Meyve kabuğu bir bıçak yardımıyla hafif soyulduktan sonra Minolta CR-300 model renk cihazı ile ölçülmüştür.

Meyve et sertliği (N): Lloyd Marka LF Plus (Ametek, U.K.) Model tekstür cihazı ile bağlı olan bilgisayara yüklenen Nexygen (versiyon 4.1) paket programı kullanılarak ölçülmüştür. 50 N'luk Load cell 100 mm/dk 'lık sabit hız ile inen 5.1 mm çapındaki silindik uç meyve kabuğu (1cm²'lik alan) uzaklaştırılan meyve etine 10 mm batırılarak elde edilen kuvvet N cinsinden değerlendirilmiştir.

Toplam suda çözünebilir kuru madde (SÇKM): Meyve kabuğu soyulduktan sonra katı meyve suyu makinası yardımıyla elde meyve suyundan dijital refraktometre (Atago Packet PAL-1) ile ölçülerek tayin edilmiştir.

Meyve suyu pH değeri: 10 ml meyve suyunda dijital pH metre (WTW Inolab) ile ölçülmüştür.

Titre edilebilir asitlik (TA): Katı meyve sıkacağı ile elde edilen meyve suyundan 10 mL alınarak 0.1 N'lik sodyum hidroksit (NaOH) ile pH değeri 8.1 oluncaya kadar pH metre (WTW Inolab) ile titre edilmesi ile belirlenmiştir. Sonuçlar harcanan NaOH miktarı üzerinden aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$A = \frac{(S \times N \times F \times E)}{C} \times 100$$

A=Asit miktarı; S= Kullanılan sodyum hidroksit miktarı (ml); N= Kullanılan sodyum hidroksit normalitesi; F= Kullanılan sodyum hidroksit faktörü; C= Alınan örnek miktarı (mL); E= İlgili asidin equivalent değeri (sitrik asit için 0.064 g)

Askorbik asit tayini: Üzümcü & Koyuncu (2017) ve Doğan (2019)'a göre küçük modifikasyonlarla, her bir

genotip için 3 paralel olacak şekilde spektrofotometrik (UV 1280 190-1100nm UV/VIS) yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 10 g dikenli incir örneği 25 ml %0.4'lük oksalik asit çözeltisi ilave edilerek homojenize edilmiştir. Oksalik asit ilavesi ile 200 ml'ye tamamlanan homojenat çift katlı kaba filtre kâğıdından süzölmüştür. Süzöntüden 15 ml ince falkonlar içine koyularak 10 dk 4000 rpm de santrifüj edilmiştir. Askorbik asitin, 2,6-diklorofenolü indirgeyerek rengini gidermesi (Cemeroğlu, 2010) özelliğinden yararlanılarak dikenli incir ekstraktları 520 nm dalga boyunda L-Askorbik asit cinsinden belirlenmiştir.

İstatistik Analizler

Araştırma genotiplerinin her birinden kaktüslerin farklı yönlerinden olmak üzere 10'ar meyve toplanmıştır. Kantitatif ölçüm ve değerlendirmeler iki paralel kimyasal analizler ise üç paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiş, tanımlayıcı istatistikler SPSS-23 paket programı ile yapılmış ve veriler ortalama±standart sapma şeklinde sunulmuştur.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma genotiplerinde morfolojik tanımlamalar için bitki, klatod ve meyvelere ait 14 adet kalitatif özellik ve pomolojik tanımlamalar için ise 17 adet kantitatif özellik incelenmiş ve elde edilen veriler bu bölümde sunulmuştur.

Tomurcuk patlama periyodu 27 Mart ile 7 Nisan tarihleri arasında, tam çiçeklenme 13 Mayıs ile 1 Haziran arasındaki günlerde gerçekleşmiştir. Ağustosun ilk yarısında hasat olumu başlamış (8 genotip) ve eylül ayının son yarısına (7 genotip) kadar devam etmiştir. Dikenli incir bitkilerinde tam çiçekten hasada kadar geçen süre ortalama 95 ile 100 gün arasında değişmiştir. Barbera ve ark., (1992) bu süresinin çiçeklenmeden sonra 80-90 gün olduğunu belirtmiştir. Tütüncü (2014)' ün Adana ve çevresinde yaptığı çalışmada tomurcuk patlamasının mart ayı ve nisan başında olduğu, tam çiçeklenmenin ise haziran ayı ortasını, meyve hasat olgunluğuna gelme zamanının ise temmuz sonu-ağustos başlarını bulduğunu belirtmiştir. Akdeniz ekolojisinin doğal bitkisi olan bu tür ile yapılan diğer çalışmalarda fenolojik safhaların hemen hemen benzer zamanlarda gerçekleştiği rapor edilmiştir.

Anonymous (2006) protokolüne göre belirlenen morfolojik karakterizasyona dair elde edilen veriler Çizelge 2'de sunulmuştur.

Kalitatif karakter olarak değerlendirilen bitki özellikleri: 12 genotip "dik", 3 genotip "yayvan" büyüme karakterinde, 10 "uzun", 4 "orta" ve 1 genotip "kısa" boylu olarak belirlenmiştir. Klatod şekli olarak 6 "dar eliptik", 4 "dar ters yumurtamsı", 4 "geniş ters yumurtamsı", 1 genotip "baklavamsı" olarak; klatod

dikenlilik durumu 13 “çok az”, 2 genotip “orta” dikenliliğe sahip olarak; klatodtaki dikensi miktarı, 13 “az”, 2 “orta” olarak tespit edilmiştir. Bir areolden çıkan diken sayısı dikkate alındığında 13 “az”, 2

genotip “orta” olarak; merkezi dikenin pozisyonu, 4 genotipte “yarı dik”, 6 genotipte “dik”, 5 genotipte “yatay” olarak bulunmuştur.

Çizelge 2. Dikenli incir kaktüslerinde bazı morfolojik özellikler

Table 2. Some morphological features of cactus pear

Genotip	Bitki büyüme şekli	Bitki boyu	Klatod şekli	Klatod dikenlilik	Areolden çıkan diken sayısı	Klatodtaki dikensi miktarı	Merkezi dikenin pozisyonu
Genotype	Plant growth pattern	Plant height	Clatode shape	Clathode spinyness	The number of spines emerging from the areole	The amount of spines in the clathod	Position of the central spine
KH1	Y	K	DTY	ÇZ	A	A	YTY
KH4	D	U	DTY	ÇZ	A	A	YD
KD5	D	U	DE	ÇZ	A	A	YD
KD7	D	U	DE	ÇZ	A	A	D
KD8	D	U	DTY	ÇZ	O	O	D
KS2	D	O	B	ÇZ	A	A	YD
KE3	D	O	GTY	ÇZ	A	A	D
KB3	D	U	GTY	O	A	A	D
OD1	D	U	DE	ÇZ	O	O	D
OO4	Y	O	GTY	ÇZ	A	A	YTY
OO6	D	U	GTY	ÇZ	A	A	YTY
OO7	D	U	DE	ÇZ	A	A	YTY
OO9	D	U	DTY	O	A	A	YTY
OO11	Y	O	DE	ÇZ	A	A	D
OO13	D	U	DE	ÇZ	A	A	YD

Y: Yayvan, D: Dik, Kısa, K, U: Uzun, O: Orta, DTY: Dar ters yumurtamsı, GTY: Geniş ters yumurtamsı, DE: Dar eliptik, B: Baklavamsı, ÇZ: Çok az, A: Az, YTY: Yatay, YD: Yarı dik

Meyve şekli bakımından 14 adedi “eliptik”, 1 adedi “dikdörtgen” olan genotiplerin 9 adedi “turuncu”, 4’ü “sarı”, 2’ise “kırmızı” meyve kabuk rengine sahip iken meyve kabuk homojenliği, 11 genotipte “düzensiz”, 4 genotipte “homojen” olarak gözlemlenmiştir. Bütün genotiplerde sarı renkte olan gloşidlerin sayısı, 10 genotipte “çok”, 4 genotipte “orta”, 1 genotipte “az” olarak bulunmuştur. Çiçek tablası çukuru, 7 genotipte “orta”, 4 genotipte “çok”, 4 genotipte “az” olarak; meyve sap uzunluğu ise 6 genotipte “orta”, 8 genotipte “kısa”, 1 genotipte “uzun” olarak bulunmuştur (Çizelge 3).

Dikenli incir genotiplerinde meyve özelliklerinin karakterizasyonuna göre; meyve boy değerleri 68.27 mm (KE3) ile 86.68 mm (OO6) arasında, meyve en değerleri ise 39.22 mm (OD1) ile 53.76 mm (KB3) arasında değişmiştir. Ak (2006) yaptığı çalışmada ortalama meyve boyunu 73.43 mm bulurken, Güzel (2019) ise 65.70-95.20 mm arasında tespit etmiştir. Toplu ve ark., (2009) yaptıkları çalışmada meyve boyunu 53.20-74.97 mm arasında, meyve enini 39.65-52.69 mm arasında tespit etmişlerdir. Doğu Akdeniz Bölgesi dikenli incirlerinde meyve eni 40.30-50.58 mm arasında ölçülmüştür (Zurnacı, 2017). Dikenli incir popülasyonu içerisinde KH1 genotipinden 155.59 g ile en yüksek ortalama meyve ağırlığı elde edilirken, OD1 genotipi 64.77 g ile en düşük meyve ağırlığına sahip olmuştur. Benzer şekilde meyve kabuk ağırlığı

bakımından da maksimum (61.36 g, KH1) ve minimum (32.00 g, OD1) değerler yine bu genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 4). Araştırma lokasyonundan elde edilen verilere göre 120 g üzeri (6 genotip) ve 100 g üzeri (6 genotip) ağırlıkta meyvelerin olduğu belirlenmiştir. Ekonomik yetiştiricilikte meyve ağırlığı en önemli parametre olduğundan seçilen genotiplerin çoğunlukla üstün karakterli olduğunu ve standart yetiştiricilik koşullarında bu değerlerin daha da artabileceğini düşünmekteyiz. Nitekim, Duru ve Türker (2005) meyve ağırlığını 80-120 g, El Finti ve ark., (2013) 80.60-108.55 g, Toplu ve ark., (2009) ise 77.95 g aralığında bulmuşlardır. Çalışmada seçilen genotiplerin meyve ağırlığı bakımından başka ekolojilerde yapılan çalışmalarda elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Dikenli incir meyvelerinde ortalama tohum sayısı 139.66 adet olarak tespit edilmiştir. Botanik olarak üzümü meyve grubunda olan dikenli incir meyvesinde her bir tohum meyve etinin oluşması için oldukça önemlidir (Mejia & Cantwell, 2003). Tüketici tarafında istenmeyen özellik olarak bildirilen (Toplu ve ark., 2009) tohumun ıslah çalışmaları ve meyve kalitesi açısından önemli olduğu bildirilmiştir (Yılmaz, 2010). Meyvenin yenilebilir miktarını gösteren pulp ortalama %57 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Elde edilen bu veri önceki bazı çalışmaların verilerinden

yüksek iken bir kısmı ile de benzerlik içerisindedir (Ak, 2006; Güzel, 2019). Meyve olgunlaşma zamanında meydana gelen yüksek yağışın meyve boyutu ve meyve

et yüzdesini (pulp) yükseltebileceği savunulmuştur (Barbera ve ark., 1993; Mashope, 2007).

Çizelge 3. Dikenli incir meyvelerinin bazı kalitatif özellikleri

Table 3. Some qualitative characteristics of cactus pear fruits

Genotip <i>Genotype</i>	Kabuk rengi <i>Skin color</i>	Kabuk rengi homojenliği <i>Skin color homogeneity</i>	Meyve şekli <i>fruit shape</i>	Sap uzunluğu <i>Stem length</i>	Çiçek tablası çukuru <i>Receptacle depth</i>	Areol yoğunluğu <i>Areole density</i>	Gloşid sayısı <i>Glochid count</i>	Gloşid rengi <i>Glochid color</i>
KH1	T	D	E	K	A	Y	Ç	S
KH4	S	H	E	K	A	Y	Ç	S
KD5	S	D	E	U	O	O	Ç	S
KD7	T	H	E	O	O	O	Ç	S
KD8	S	D	E	O	Ç	O	Ç	S
KS2	T	D	E	O	O	Y	Ç	S
KE3	T	D	E	O	Ç	O	O	S
KB3	T	D	E	O	O	O	Ç	S
OD1	K	D	E	K	Ç	O	Ç	S
OO4	T	D	D	O	A	S	Ç	S
OO6	T	D	E	K	O	O	A	S
OO7	T	D	E	K	Ç	O	O	S
OO9	S	D	E	K	O	O	Ç	S
OO11	T	H	E	K	A	O	O	S
OO13	K	H	E	K	O	O	O	S

T. Turuncu, S. Sarı, K. Kırmızı, D. Düzensiz, H. Homojen, E. Eliptik, D. Dikdörtgen, K. Kısa, U. Uzun, O. Orta, A. Az, Ç. Çok, S. Seyrek, Y. Yoğun

Çizelge 4. Dikenli incir meyvelerinin bazı pomolojik özellikler

Table 4. Some pomological features of cactus pear fruits

Genotip <i>Genotype</i>	Meyve boyu <i>Fruit length (mm)</i>	Meyve çapı <i>Fruit width (mm)</i>	Meyve ağırlığı <i>Fruit weight (g)</i>	Meyve kabuk ağırlığı <i>Skin weight (g)</i>	Tohum sayısı (adet) <i>Seed number</i>	Pulp <i>Pulp (%)</i>
KH1	81.76±4.09	53.45±2.73	155.59±19.68	61.36±9.72	231.66±20.84	59
KH4	74.25±5.64	51.35±2.33	120.64±15.87	48.83±8.45	167.00±26.51	61
KD5	81.94±7.16	48.06±3.20	101.98±20.52	36.75±7.65	108.00±38.93	60
KD7	78.85±7.87	51.08±2.90	117.29±19.95	45.78±6.47	214.66±76.30	62
KD8	81.07±5.15	47.20±2.11	101.41±13.00	41.79±6.03	127.00±45.31	57
KS2	82.10±5.35	48.58±3.26	115.86±18.37	47.77±6.34	116.66±6.42	57
KE3	68.27±5.79	47.21±2.50	92.80±25.91	38.09±5.62	119.33±24.90	61
KB3	83.06±4.47	53.76±2.51	143.19±18.32	57.38±6.72	159.00±26.51	58
OD1	68.30±5.60	39.22±4.20	64.77±19.17	32.00±11.92	61.66±2.88	45
OO4	85.62±9.60	45.98±2.71	130.52±15.60	49.72±7.69	166.66±41.63	60
OO6	86.68±12.42	49.17±4.75	120.17±32.66	55.21±9.74	98.33±18.92	49
OO7	73.01±12.55	44.38±3.16	86.33±23.13	32.83±6.72	107.66±10.78	62
OO9	82.32±9.36	46.43±4.84	106.32±22.61	44.18±12.55	103.00±15.71	53
OO11	82.26±12.65	51.46±3.56	129.58±23.53	53.72±12.14	133.33±45.09	59
OO13	83.53±5.73	48.12±3.20	102.64±18.88	38.80±5.03	181.00±17.57	56
Min.	68.27	39.22	64.77	32.00	61.66	45
Maks.	86.68	53.76	155.59	61.36	231.66	62
Ort.	79.53	48.36	112.60	45.61	139.66	57

Dikenli incir meyvelerinin kimyasal özelliklerine ilişkin veriler Çizelge 5'te sunulmuştur. SÇKM genel olarak %10 ile %14 arasında bulunmuştur. KH1 genotipi en yüksek (%14.20) SÇKM değerine sahiptir.

Berger et al. (2013) dikenli incir meyvelerinin tat- aroma sorunu olmadan tüketilebilmeleri için %12' den daha yüksek SÇKM' ye ulaştığında hasat edilmesini önermektedir. Nitekim dikenli incir non-klimakterik

bir meyvedir (Zurnacı, 2017). Meyvelerin kuru madde artışı sağlması için bitki üzerinde olabildiğince bekletilmesi ve erken hasattan kaçınılması, dolayısıyla derim zamanının iyi belirlenmesi gerekmektedir. Araştırma lokasyonundan seçilen 15 genotipe ait meyvelerinin SÇKM değerleri bakımından 5 adedinin %12 üzeri, 5 adedinin ise %11 ve üzeri SÇKM değerine sahip olduğu görülmektedir. Yapılmış bazı araştırmalarda SÇKM değerlerinin; %10.00-11.00 (Ak, 2006), %7.00-11.00 (Zurnacı, 2017), %5.00-14.10 (Güven, 2017) arasında olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde dikenli incir meyvesi %10.00 ile %16.00 arasında SÇKM ile yüksek şeker içeriğine sahip bir tür olarak bildirilmiştir (Toplu ve ark., 2009; Nadia ve ark., 2013; Allegra, 2018). Eroğlu ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada SÇKM değerleri arasındaki farklılıklarda hasat tarihinin önemini vurgulamışlardır. Ağustos ayında hasat edilen meyvelerin SÇKM değerinin, temmuz ayında hasat edilen meyvelerden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Dikenli incir meyvesinde organik olarak sitrik asit baskın konumdadır (Stintzing, 2002). Ümitvar olarak seçilen dikenli incir genotiplerinde TA ortalama %0.03 (OO7/KH4) ile %0.11 (KH1) arasında tespit edilmiştir. Dikenli incir diğer meyve türlerinden farklı olarak oldukça düşük meyve asitliğine sahiptir. Benzer şekilde dikenli incirlerde TA değerini Doğan (2019) %0.09 ile %0.07, Valente (2017) ise %0.05 ile %0.01 gibi düşük asitlik olarak rapor etmişlerdir. Lokasyonlardan hasat edilen dikenli incir meyvelerinin yüksek SÇKM ve düşük asitlik değerine sahip olması, genotiplerin yüksek tat-lezzet ve aromaya sahip olduğunu göstermektedir.

Ümitvar genotiplerden toplanan dikenli incirlerin meyve et sertliği 4.97 N (OD1) ile 10.83 N (KH4) arasında tespit edilmiştir. Güzel (2019) Mersin ili ve çevresinde yaptığı çalışmasında meyve et sertliğini penetrometre ile ölçerek 2.26 kg cm² ile 8.20 kg cm² arasında tespit etmiştir. Tütüncü ve ark., (2016) Adana ekolojinde inceledikleri dikenli incirlerde meyve et sertliğini 1.70 kg cm² ile 3.30 kg cm² arasında tespit etmişlerdir. Meyve et sertliği ölçümlerinde meyve bütünsel yapısını koruması, yumuşama ve dokularda ezilme olmadan ölçümün yapılması önemli bir kriterdir. Araştırmalar arasındaki farklılıkların kullanılan yöntem yanında toplama zamanı ve ekolojik koşulların farklılığından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz (Çizelge 5).

Dikenli incir meyvelerinin askorbik asit içeriği 6.51 mg 100 g⁻¹ ile 17.25 mg 100 g⁻¹ arasında değişen miktarlarda bulunmuştur. Saenz ve ark., (1996) araştırmasında dikenli incir askorbik asit içeriğini 4.30-25.00 mg 100 g⁻¹ arasında; Lee ve ark., (1997) ise 63.80 mg 100 g⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Genel olarak dikenli incir meyvesinin askorbik asit içeriğinin erik, nektarin, ve şeftalideki askorbik asit içeriklerinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir

(Fernandez-Lopez ve ark., 2010). Popülasyona ait genotiplerin askorbik asit içeriklerin önceki bulgularla benzerlik içinde olduğu görülmektedir. Tür, çeşit gibi genetik farklılıklar ve ekolojik farklılıklar fitokimyasalların sentezinde etkili faktörlerdir. Bu görüşü destekler nitelikte Balcı ve Keles (2019) ahududu meyvelerinde C vitamini içeriklerinin literatüre nazaran biraz daha yüksek olmasının nedenini ekolojik farklılıklara dayandırmışlardır. Nitekim Doğan (2019), askorbik asit içeriklerini bu araştırma sonuçlarından daha yüksek olarak (30.87 mg 100 g⁻¹ ile 16.60 mg 100 g⁻¹) tiplere göre farklılık gösterdiğini bildirmiştir (Çizelge 5).

Renkteki parlaklığı ifade eden L* değeri, meyve etinde 52.55 (OO4) ile 44.08 (KD7) arasında saptanmıştır. Bu durumda meyve eti en parlak tip OO4 olmuştur. Artı değer aldığıda kırmızı, eksi değer aldığıda yeşil rengi ifade eden a* değeri tiplere göre değişmiştir. En yüksek a* değeri 15.46 ile KH1 genotipinde bulunurken, en düşük a* değeri KD8 (7.16) tipi vermiştir. Bilindiği gibi artı değer aldığıda sarı, eksi olduğu mavi rengi işaret eden b* değeri 49.24 (KD5) ile 37.72 (OO4) arasında ölçülmüştür. İncelenen tiplerin meyve eti renginin koyu sarıdan (KD5) turuncu-açık kırmızıya (OO4) kadar değiştiği söylenebilir. Çalışmada meyve kabuk rengi verilerinin meyve et rengine paralel olduğu belirlenmiştir. Seçilen genotiplerin meyve kabuk rengi L* değerleri 58.42 (KH4) ile 50.33 (KH1) arasında, a* değeri 15.36 (KD7) ile 4.47 (KD8) arasında, b* değeri 38.44 (KD5) ile 26.14 (OO4) arasında ölçülmüştür (Çizelge 6). Güzel (2019) Mersin ve çevresinde yürüttüğü çalışmada, meyve etinde L* değerini 47.39 ile 35.00 arasında, a* değerini 10.78 ile 3.67 arasında, b* değerini ise 57.79 ile 19.15 arasında ölçmüştür. Meyvelerde eti rengi başta çeşit/tip, çevre koşulları ve derim olgunluğu olmak üzere pek çok faktörden etkilenmektedir. Bu nedenle meyve et rengi değerlerinde geniş varyasyonlar olması beklenen bir durumdur.

SONUÇ ve ÖNERİLER

KH1 genotipi meyve ağırlığı, meyve iriliği, tohum sayısı gibi pomolojik birçok kalite parametresi bakımından en yüksek özelliklere sahip olmuştur. Küresel ısınmayla birlikte, Türkiye iklim koşullarının da daha fazla ısınması ile dikenli incir kaktüslerinin daha geniş yetiştirme alanı bulması kaçınılmazdır. İri, renkli, albenili meyveleri, kıymetli doku ve organları ile oldukça geniş yararlanma alanı sağlayan dikenli incir türüne/ meyvesine olan talebin artması beklenmektedir. Öte yandan dikenli incirin agronomik karakterlerinin belirlenmesi ıslah çalışmaları için gereklidir. Özellikle marjinal alanlarda sürdürülebilir tarım açısından kullanılabilir bir türdür. Elde edilen bu gen havuzunun başta çeşit geliştirme olmak üzere diğer ıslah çalışmaları ve biyoçeşitlilik için genetik materyal oluşturacağı kanaatindeyiz.

Çizelge 5. Dikenli incir meyvelerinde kimyasal ve pomolojik analizler

Table 5. Chemical and pomological analyzes on cactus pear fruits

Genotip <i>Genotype</i>	SÇKM(%) TSS(%)	pH <i>pH</i>	Titre edilebilir asitlik <i>Titretable acidity(%)</i>	Meyve et sertliği <i>Flesh firmnes</i> (N)	Vitamin C <i>Vitamin C</i> (mg 100 g ⁻¹)
KH1	14.20±0.10	5.73±0.02	0.11±0.026	9.20±2.74	10.19±1.23
KH4	10.43±1.76	5.85±0.05	0.03±0.001	10.83±2.22	13.23±0.21
KD5	11.30±0.43	5.80±0.01	0.04±0.003	9.53±1.79	11.65±0.27
KD7	14.00±0.01	5.73±0.01	0.07±0.004	6.16±1.48	11.55±0.23
KD8	11.63±0.05	5.80±0.01	0.04±0.025	9.84±2.09	17.25±0.19
KS2	11.66±0.20	6.00±0.005	0.04±0.004	8.71±1.81	11.05±0.77
KE3	11.73±0.05	5.84±0.01	0.05±0.021	8.24±3.69	13.77±0.66
KB3	12.63±0.05	5.69±0.06	0.05±0.015	8.46±3.82	14.78±1.09
OD1	10.16±0.05	5.62±0.01	0.07±0.002	4.97±1.12	13.58±0.25
OO4	10.76±0.05	5.29±0.01	0.04±0.014	9.25±2.66	11.90±0.58
OO6	10.40±0.10	5.46±0.01	0.04±0.006	8.40±2.37	9.31±0.43
OO7	11.86±0.05	5.64±0.09	0.03±0.002	6.23±1.20	7.79±2.55
OO9	10.56±0.68	5.49±0.03	0.04±0.005	8.83±3.05	8.83±0.19
OO11	12.50±0.51	5.24±0.04	0.06±0.004	6.68±1.92	9.12±0.50
OO13	13.50±0.10	5.34±0.01	0.05±0.005	5.45±2.64	6.51±3.66
Min.	10.16	5.24	0.03	4.97	6.51
Maks.	14.20	6.00	0.11	10.83	17.25
Ort.	11.82	5.63	0.05	8.05	11.40

Çizelge 6. Dikenli incir genotiplerinde meyve kabuk ve meyve et rengi analizleri

Table 6. Fruit skin and fruit flesh color of cactus pear genotypes

Genotip <i>Genotype</i>	Meyve kabuk rengi <i>Fruit skin color</i>			Meyve et rengi <i>Fruit flesh color</i>		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
KH1	50.33±2.61	13.70±3.56	32.46±4.29	49.13±3.45	15.46±4.45	44.83±4.61
KH4	58.42±3.75	6.60±4.19	33.79±3.78	52.52±2.95	11.32±2.83	46.08±3.00
KD5	58.37±4.32	5.92±3.47	38.44±3.18	52.26±4.00	10.27±3.22	49.24±3.87
KD7	53.53±2.24	15.36±2.70	32.21±3.36	44.08±11.67	12.64±3.02	40.23±14.10
KD8	57.30±4.04	4.47±3.65	32.45±4.56	50.43±3.08	7.16±3.49	40.94±3.88
KS2	54.37±4.34	10.73±3.59	36.16±4.39	51.17±3.04	10.97±3.85	44.97±3.70
KE3	54.61±2.85	9.95±2.69	32.06±3.63	50.09±4.92	11.82±2.79	41.74±1.73
KB3	50.72±2.66	12.19±4.04	32.30±3.35	46.18±3.69	13.73±4.08	45.11±3.96
OD1	54.56±4.36	14.86±3.63	28.28±3.59	47.80±3.24	14.39±4.48	41.26±3.63
OO4	53.48±3.24	12.32±6.10	26.14±2.01	52.55±4.62	11.78±2.37	37.72±5.92
OO6	52.74±3.47	8.58±5.11	28.13±3.99	51.30±4.69	8.30±5.30	43.08±8.01
OO7	53.84±3.32	9.91±2.80	31.16±3.90	47.84±6.27	11.24±4.38	45.03±6.14
OO9	55.81±5.27	7.76±4.27	28.30±4.33	45.72±7.48	7.35±2.72	37.89±8.37
OO11	53.27±3.39	13.12±3.82	29.11±5.74	49.59±4.72	11.18±4.67	47.57±7.39
OO13	53.93±5.47	14.10±2.96	26.87±6.30	49.23±4.46	12.28±2.91	43.29±5.42
Min.	50.33	4.47	26.14	44.08	7.16	37.72
Maks.	58.42	15.36	38.44	52.55	15.46	49.24
Ort.	54.35	10.63	31.19	49.32	11.32	43.26

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Yüksek Lisans Tezinin bir bölümünden hazırlanmıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Ak, B.E. (2006). Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* L.) in Turkey. Growing Regions and Pomological Traits

- of Cactus Pear Fruits. *Acta Horticulturae* 728, 51-54. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.728.5>.
- Al-Juhamani F., & Özcan, M. (2013). Determination of Some Mineral Contents of Prickly Pear (*Opuntia ficus-indica* L.) Seed Flours. *Environmental Monitoring and Assessment* 185(5), 3659-3663. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2817-4>.
- Allegra, A., Gallotta, A., Carimi, F., Mercati, F., Inglese, P., & Martinelli, F. (2018). Metabolic Profiling and Post-Harvest Behavior of Dottato Fig (*Ficus carica* L.) Fruit Covered With an Edible Coating From *O. ficus-indica*. *Frontiers in Plant Science* 9, 13-21. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01321>.
- Anonim, (2019). Dünya Geneli Şehirlerde İklim Verileri. <https://tr.climate-data.org>. (Alınma Tarihi: 04.12.2021).
- Anonymous, (2006). UPOV. International Union For The Protection of New Varieties of Plants. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg217.pdf>. (Alınma Tarihi: 18.11.2021).
- Balcı, G., & Keles, H. (2019). Bazı Ahududu Çeşitlerinin Yozgat Ekolojisinde Adaptasyon Yeteneklerinin Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 22(6), 823-829. <https://doi.org/10.18016/ksutarim.doga.vi.532643>.
- Barbera, G., Carimi, F., & Inglese, P. (1992). Past and Present Role of Indian-Fig Prickly-Pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. Cactaceae) in The Agriculture of Sicily. *Economic Botany* 46(1), 10-20. <https://doi.org/10.1007/BF02985249>.
- Barbera, G., Carimi, F., & Inglese, P. (1993). Effects of GA3 and Shading on Return Bloom of Prickly Pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller). *Journal of the Southern African Society for Horticultural Sciences* 3, 9-10.
- Berger, H., Rodriguez-Felix, A., & Galletti, L. (2013). *Field Operations and Utilization of Cactus Cladodes*. Agro-Industrial Utilizations of Cactus Pear. Roma, 21-29 sy. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/186304>.
- Cemeroğlu, B.S. (2010). *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. Ankara 34, 657 sy.
- Dengiz, T., & Zengin, H. (2016). Hint inciri (*Opuntia ficus-indica*) Meyve Suyunun Kimyasal ve Antioksidant Özelliklerinin İncelenmesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi* 30, 125-150. <https://dergipark.org.tr/en/pub/iaud/issue/30078/324641>.
- Doğan, N. (2019). *Dikenli İncir (Opuntia ficus-indica) Meyvesinin Bazı Fizikokimyasal ve Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenerek Gıda Sanayisinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması (Tez no 547295)*. [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Duru, B., & Türker, N. (2005). Changes in Physical Propartice and Cheminal Composition of Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica*) During Maturation. *Journal of The Professiona Association for Cactus Development* 7, 22-33. <https://doi.org/10.56890/jpacd.v7i.285>.
- El Finti, A., El Boullani, R., Fallah, M., Fouad, M., & El Mousadık., A. (2013). Assessment of Some Agrotechnological Parameters of Cactus Pear Fruit (*Opuntia ficus-indica* Mill.) in Morocco Cultivars. *Journal of Medicinal Plants Research* 4(35), 2574-2583. <https://doi.org/10.5897/JMPR12.1236>.
- El Mannoubi, I., Barrek, S., Skanji, T., Casabianca, H., & Zarrouk, H. (2009). Characterization of *Opuntia ficus indica* Seed Oil From Tunusia. *Chemistry of Natural Compounds* 45(5), 616-620. <https://doi.org/10.1007/s10600-009-9448-1>.
- Eroğlu, E., Arslan, R., Güleç, A., & Aksay, S. (2021). Determination of Physical and Phytochemical of Prickly Pear (*Opuntia ficus-indica* L.). *Journal of Food Processing and Preservation* 46(6), e15990. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15990>.
- Fernandez-Lopez, J., Almela, L., Obon, J., & Castellar, R. (2010). Determination of Antioxidant Constituents in Cactus Pear Fruits. *Plant Foods for Human Nutrition* 65(3), 253-259. <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0189-x>.
- Feugang, J., Konarski, P., Zou, D., Stintzing, F., & Zou, C. (2006). Nutritional and Medicinal Use of Cactus Pear (*Opuntia spp.*) Cladodes and Fruits. *Frontiers Bioscience* 11(1), 2574-2589. <https://doi.org/10.2741/1992>.
- Galati, E., Mondello, M., Giuffrida, D., Dugo, G., Miceli, N., Pergolizzi, S., & Taviano, M. (2003). Cheminal Characterization and Biological Effects of Sicilian *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. Fruit Juice: Antioxidant and Antiulcerogenic Activity. *Journal of Agricultural and Chemistry* 51(17), 4903-4908. <https://doi.org/10.1021/jf030123d>.
- Garcia, F., Coll, L., Cano-Lamadrid, M., Lluch, D., Barrachina, A., & Murcia, P. (2020). *Valorization of Prickly Pear (Opuntia ficus-indica (L.) Mill.) Nutritional Composition, Functional Properties and Economic Aspects*. (In: Invasive Species Introduction Pathways, Economic Impact and Possible Management Options. Eds: El-Shafie, H) Intechopen Limited London, 170 sy.
- Ghazi, Z., Ramdani, M., Tahri, M., Rmili, R., & Elmsellem, H. (2015). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Seeds Oils and Fruid Juice of *Opuntia ficus indica* and *Opuntia dilenii* From Morocco. *Journal of Materials and Environmental Science* 6(8), 2338-2345. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/189343>.
- Gouws, C., Mortazavi, R., Mellor, D., McKune, A., & Naumovski, N. (2020). The Effects of Prickly Pear Fruit and Clodode (*Opuntia spp.*) Consumption on Blood Lipids: A Systematic Review.

- Complementary Therapies in Medicine* 50, 102-384. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102384>.
- Güven, C. (2017). *Doğu Akdeniz Bölgesi'nden Selekte Edilen Bazı Dikenli İncir (Opuntia ficus indica (L.) Mill.) Genotiplerine Ait Meyve Sularının Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi (Tez no 466574)*. [Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Güzel, Ü. (2019). *Mersin ve Çevresinde Yetişmekte Olan Bazı Dikenli İncirlerde (Opuntia ficus-indica L.) En Uygun Hasat Dönemlerinin Saptanması (Tez no 553939)*. [Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Jana, S. (2012). Nutraceutical and Functional Properties of Cactus Pear (*Opuntia spp.*) and its Utilization for Food Applications. *Journal of Research and Studies* 3(2), 60-66.
- Karababa, E., Coşkuner, Y., & Aksay, S. (2004). Some Physical Fruit Properties of Cactus Pear (*Opuntia spp.*) That Grow Wild in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Journal of The Professional Association for Cactus Develop* 6, 1-8. <https://doi.org/10.56890/jpacd.v6i.293>.
- Kigel, J. (1995). *Seed Germination in Arid Semi-Arid Regions*. (In: Seed Development and Germination. Eds: Kigel J, Galili G) 645-699.
- Lee, Y., Hwang, K., Han, D., & Kim, S. (1997). Compositions of *Opuntia ficus indica*. *Korean Journal of Food Science and Technology* 29(5), 847-853.
- Jimenez-Aguilar, M D., Mujica-Paz, H., & Welti-Chanes, J. (2014). Phytochemical Characterization of Prickly Pear (*Opuntia spp.*) and of its Nutritional and Functional Properties: A Review. *Current Nutrition & Food Science* 10(1), 57-69.
- Mashope, B. (2007). *Characterization of Cactus Pear Germplasm in South Africa*. [Doctoral Thesis, Department of Plant Sciences, University of the Free State Bloemfontein South Africa]. <http://hdl.handle.net/11660/1415>.
- Mcintosh, M. (2002). Flowering Phenology and Reproductive Output in Two Sister Species of Ferocactus (Cactaceae). *Plant Ecology* 159(1), 1-13. <https://doi.org/10.1023/A:1015589002987>.
- Mejia, A., & Cantwell, M. (2003). Prickly Pear Fruit Development and Quality in Relation to Gibberellic Acid Applications to Intact and Emasculated Flower Buds. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 5, 72-85.
- Nadia, C., Hayette, L., Safia, M., Yasmina, M., Yasmina, H., & Abderezak, T. (2013). Physico-Chemical Characterisation and Antioxidant Activity of Some *Opuntia ficus-indica* Varieties Grown in North Algeria. *African Journal of Biotechnology* 12(3), 299-307. <https://doi.org/10.5897/AJB12.1946>.
- Park, C., Kwak, B., Park, S., Kim, H., & Rhyu, D. (2013). Comparison of Biological Activities of *Opuntia humifusa* and *Opuntia ficus-indica*. *Korean Journal of Plant Resources* 26(5), 519-525. <https://doi.org/10.7732/kjpr.2013.26.5.519>.
- Piga, A. (2004). Cactus Pear: A Fruit of Nutraceutical and Functional Importance. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 6, 9-22. <https://doi.org/10.56890/jpacd.v6i.294>.
- Ramadan, M., & Mörsel, J. (2003). Oil Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* L.). *Food Chemistry* 82(3), 339-345. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00550-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00550-2).
- Saenz, C., Mecklenburg, P., Estevez, A., & Sepulveda, E. (1996). Natural Liquid Sweetener From Cactus Pear: Obtention and Characteristics. In: III. International Congress on Cactus Pear Cochineal Publication date: 1 March 1997 438, 135-138. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.438.18>.
- Saenz, C., Sepulveda, E., & Matsuhiro, B. (2004). *Opuntia spp.* Mucilage's: A Functional Component with Industrial Perspectives. *Journal of Arid Environments* 57(3), 275-290. [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(03\)00106-X](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(03)00106-X).
- Stintzing, F., Schieber, A., & Carle, R. (2002). Identification of Betalains from Yellow Beet (*Beta vulgaris* L.) and Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) by High-Performance Liquid Chromatography Electrospray Ionization Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(8), 2302-2307. <https://doi.org/10.1021/jf011305f>.
- Tilahun, Y., & Walegerima, G. (2018). Pharmacological Potential of Cactus Pear (*Opuntia ficus indica*) a Review. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry* 7(3), 1360-1363.
- Toplu, C., Serçe, S., Ercişli, S., Kamiloğlu, Ö., & Şengül, M. (2009). Phenotypic Variation in Physico-Chemical Properties Among Cactus Pear Fruits (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill) from Turkey. *Pharmacognosy Magazine* 5(20), 400-406.
- Tütüncü, M. (2014). *Adana ve Çevresinden Selekte Edilen Dikenli İncirlerin (Opuntia ficus-indica (L.) Mill.) Fenolojik, Morfolojik ve Pomolojik Özellikleri ile Moleküler Yapısının İncelenmesi (Tez no 374591)*. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Tütüncü, M., Sarier, A., İmrak, B., Çömlekçiöğlü, S., & Küden, A. (2016). Adana Bölgesinden Selekte Edilen Dikenli İncirlerin Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 31(2), 183-190. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.260973>.
- Uzun, H., & Şengül, S. (1994). Frenk İnciri Yetiştiriciliği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat*

- Fakültesi, Dergisi* 7, 73-89.
- Üzümcü, S., & Koyuncu, F. (2017). Response of Maturity and Fruit Quality of 'Angeleno' Plum to Pre-Harvest AVG Applications. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University* 34(2), 29-35. <https://doi.org/10.13002/jafag4302>.
- Valente, R. (2017). Avaliação Qualitativa dos Frutos de Ecotipos /Cultivares de *Opuntia ficus indica* L. Colhidos a Sul de Portugal. Universidade Do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia
- Doctoral dissertation, 83 p. <http://hdl.handle.net/10400.1/10040>.
- Yılmaz, C. (2010). Dikenli İncir (*Opuntia ficus-indica* L.) Yetiştiriciliği. *Tarım Türk* 24, 14-16.
- Zurnacı, M. (2017). *Doğu Akdeniz Bölgesinde Dikenli İncir (Opuntia ficus-indica (L.) Mill.) Tür İçi Çeşitliliğinin Morfolojik ve Moleküler Olarak İncelenmesi (Tez no 463892)*. [Yüksek Lisans Tezi, ESOGÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.



Bazı Basık Şeftali ve Nektarin Çeşitlerinin Bursa (Türkiye) Koşullarındaki Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin İncelenmesi

Dilan AHİ KOŞAR¹, Mevlüt Batuhan KOŞAR², Ümran ERTÜRK^{3*}

^{1,3}Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye. ²Bursa Uludağ Üniversitesi, Orhangazi Yeniköy Asil Çelik Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Peyzaj ve Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Programı, Bursa, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-8427-5383>, ²<https://orcid.org/0000-0002-6009-0832>, ³<https://orcid.org/0000-0001-5709-2581>

✉: umrane@uludag.edu.tr

ÖZET

Şeftali-nektarin dünyada yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan meyve türlerinden biridir. İslah programları sonucunda farklı renk, tekstür, şekil, boyut ve lezzete sahip yeni çeşitler geliştirilmiştir. Bunlardan basık şeftali ve nektarinlerin yetiştiriciliği son yıllarda önem kazanmıştır. Çalışma şeftali endüstrisinde önemli bir konuma sahip olan Bursa ekolojisinde bazı basık şeftali ve nektarin çeşitlerinin performanslarını değerlendirmek amacıyla 2016-2018 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışmada GF 677 anacı üzerine aşılı Plane Ring, Plane Summer, Plane Gem, Plane Sun, Plane Delicious, Plane Silver, Plane Gold, Plane Super, Plane Star, Plane 222, Plane Top basık şeftali çeşitleri ile Platerina 110 ve Platerina 264 basık nektarin çeşitleri yer almıştır. Çeşitlerin fenolojik gelişim aşamaları, yaprak kıvrıcıklığı yaygınlık oranı, verim ve pomolojik özellikleri incelenmiştir. Çalışmada Plane Ring ve Plane Summer çeşitleri en erken (Haziran), Plane Top ve Platerina 264 (Ağustos) ise en geç hasat edilen çeşitler olmuştur. Denemeye alınan çeşitler arasında yaprak kıvrıcıklığı yaygınlık oranı % 25.0 (Plane Gold) ile %76.7 (Platerina 264) arasında değişmiştir. Meyve ağırlığı, meyve boyutu ve et/çekirdek oranı yönünden Plane Sun çeşidi daha yüksek değerler verirken, Platerina 110 çeşidi daha düşük değerler vermiştir. Çeşitlerin suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM) %13.3 -%18.1; titre edilebilir asit içeriği 0.20 g 100⁻¹ ml -0.68 g 100⁻¹ ml ve olgunluk indeksi 23.0 -82.2 arasında değişmiştir. Çalışmada verim, meyve kalite parametreleri ve hastalık yaygınlık oranı birlikte değerlendirildiğinde Plane Silver çeşidi ön plana çıkmıştır. Ayrıca, Plane Gold çeşidi daha düşük verime sahip olmasına rağmen diğer kalite kriterleri bakımından olumlu sonuçlar vermiştir.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 23.04.2022

Kabul Tarihi : 24.02.2023

Anahtar Kelimeler

Basık şeftali
Basık nektarin
Fenolojik özellikler
Pomolojik özellikler

Investigation of Phenological and Pomological Characteristics of Some Flatt Peach and Nectarine Cultivars in Bursa (Türkiye) Conditions

ABSTRACT

Peach-nectarine is one of the widely cultivated cultivars in the world. As a result of breeding programs, new cultivars with different colors, textures, shapes, sizes and tastes have been developed. The cultivation of flat peach and nectarines from these cultivars has become important in recent years. The study was carried out between 2016-2018 to evaluate the performances of some flat peach and nectarine cultivars in Bursa ecology, which has an important position in the peach industry. In the study, Plane Ring, Plane Summer, Plane Gem, Plane Sun, Plane Delicious, Plane Silver, Plane Gold, Plane Super, Plane Star, Plane 222, Plane Top flat peach cultivars; Platerina 110 and Platerina 264 flat nectarine cultivars grafted on GF 677 rootstock were used. Phenological developmental stages, leaf curl prevalence rate and pomological characteristics of the cultivars were investigated. In the study Plane Ring and Plane Summer (June) cultivars were the earliest, and Plane Top and Platerina 264 (August) were the last harvested. Leaf curl prevalence rate ranged from 25.0% (Plane Gold) to 76.7% (Platerina 264). Plane Sun gave higher values in fruit weight, fruit size and flesh/stone ratio, while

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 23.04.2022

Accepted : 24.02.2023

Keywords

Flat peach
Flat nectarine
Phenological characters
Pomological characters

Platerina 110 gave lower. Soluble solid content (SSC) of the cultivars were 13.3-18.1%; titratable acid content ranged between 0.20 and 0.68 (g 100ml⁻¹); the ripening index varied from 23.0 to 82.2. When yield, fruit quality and disease prevalence were evaluated together in the study, Plane Silver cultivar came into prominence. In addition, although Plane Gold cultivar had lower yield, it gave positive results in terms of other quality criteria.

- Atıf Şekli:** Ahi Koşar, D., Koşar, MB., & Ertürk, E., (2023) Bazı Basık Şeftali ve Nektarin Çeşitlerinin Bursa (Türkiye) Koşullarındaki Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin İncelenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (4), 722-731. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1107873>
- To Cite :** Ahi Koşar, D., Koşar, MB., & Ertürk, E., (2023). Investigation of Phenological and Pomological Characteristics of Some Platt Peach and Nectarine Cultivars in Bursa (Türkiye) Conditions. *KSU J. Agric Nat* 26 (4), 722-731. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1107873>

GİRİŞ

Şeftali yetiştiriciliğinin Çin'de başladığı ve kültürünün M.Ö. 2000 yıllarına kadar dayandığı bilinmektedir. Dünyada şeftali yetiştiriciliği 30°- 45° kuzey ve güney enlemleri arasında yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Daha yüksek enlemlerde meydana gelen düşük sıcaklıklar ve ilkbahar geç donları; tropik ve subtropik iklimlerde ise soğuklama ihtiyacının karşılanamaması, şeftali yetiştiriciliğini etkileyen temel faktörlerdendir (Özbek, 1978; Demirören, 1992; Bolat & İkinci, 2016). Dünya şeftali-nektarin üretim miktarı incelendiğinde Çin, İspanya ve İtalya' dan sonra 892.048 tonluk üretim ile Türkiye dördüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2020). 2021 yılı verilerine göre Bursa 104403 ton üretim ile Mersin ve Çanakkale'den sonra en fazla şeftali üretiminin yapıldığı üçüncü ildir (Anonim, 2021).

Şeftalide dominant karakterlerin ve korelatif özelliklerin bulunması, gençlik kısırlığının kısa olması nedeniyle şeftali, genetik ve ıslah çalışmalarının en fazla yapıldığı türlerdendir (Monet ve ark., 1996, Huang ve ark., 2008). Şeftalide ıslahçı ülkeler meyve şekli, boyutu, tekstürü, renk ve aromatik özellikleri yönünden kendi talepleri doğrultusunda ıslah amaçlarını belirlemektedir. Şeftalinin anavatanı kabul edilen Çin ve Japonya' da düşük asiditeye sahip beyaz etli çeşitler, Kuzey Amerika' da sarı etli ve asitli çeşitler, Latin Amerika' nın birçok bölgesinde sarı-turuncu renkli konserve sanayine uygun şeftali çeşitleri tercih edilmektedir (Byrne, 2002). Meyve şekli açısından yassı bir görünüme sahip olan basık şeftaliler yaklaşık iki bin yıl önce Çin'de kültüre alınmış ve 17. yy' dan itibaren Çin' den batılı ülkelere yayılmıştır. (Faust & Timon, 1995; Legua ve ark., 2011; Zhang ve ark., 2021). Islah çalışmalarının ilk dönemlerinde bazı ülkelerde basıklık karakteri, meyve büyüklüğü ve verime etkisi yönünden negatif bir unsur olarak görülmüştür. Ancak bu çeşitlerin yuvarlak meyveli çeşitler ile karşılaştırıldıklarında kaliteli meyve elde etmek için özel bir gen kaynağına sahip oldukları bildirilmiştir. Birçok basık şeftali çeşidi düşük asitli, yüksek şeker içeriğine ve zengin bir aromaya sahiptir. Bu kalite özellikleri tüketici ve ıslahçıların basık şeftaliye olan ilgisini daha da

arttırmış ve ıslah çalışmalarında geleneksel yuvarlak meyveli şeftali çeşitleri ile basık şeftali çeşitleri melezlenmiştir (Ma ve ark., 2003; Picanol ve ark., 2012).

1980'lerde İtalya' da yapılan ıslah çalışmaları neticesinde UFO serisi olarak adlandırılan yeni basık şeftali çeşitleri elde edilmiştir. 1990' lı yıllarda Fransa' da yapılan çalışmalar sonucunda 'Sweetcap', 'Maillar', 'Regalcake' ve 'Nectacake' gibi basık şeftali çeşitleri geliştirilmiştir (Nicotra ve ark., 2002; Hernandez ve ark., 2010). İlerleyen yıllarda Amerika' da 'Saturn' çeşidi ile birlikte Kaliforniya ve Florida gibi bölgelerde birkaç basık çeşit daha ıslah programları sonucunda elde edilmiştir. Basık şeftalinin çıkış noktası olan Çin' de de belli lokasyonlarda 'Ruipan' gibi bazı ticari basık şeftali çeşitleri geliştirilmiştir (Byrne, 2002).

Son yıllarda özellikle Akdeniz ülkelerinde yetiştiriciliği artan basık şeftali-nektarin çeşitlerinin performansları üzerine Türkiye'de yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile şeftali yetiştiriciliğinde önemli bir konumda olan Bursa ekolojisinde 11 basık şeftali ve 2 basık nektarin çeşidinin performansları incelenmiştir.

MATERYAL ve METOD

Çalışma, 2016-2018 yılları arasında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında (40° 14' ve 38° 03' kuzey enlemleriyle, 28° 00' ve 28° 51' doğu boylamları) 2014 yılında GF 677 anacı üzerine aşılı 11 basık şeftali (Plane Ring, Plane Summer, Plane Gem, Plane Sun, Plane Delicious, Plane Silver, Plane Gold, Plane Star, Plane Super, Plane 222, Plane Top) ve 2 basık nektarin çeşidi (Platerina 110 ve Platerina 264) çeşidi ile 4.5x1.25 m aralıklarla tesis edilen parselde yürütülmüştür. Ağaçlar Perpendicular-V terbiye sistemine göre şekillendirilmiştir. Denemenin yürütüldüğü parselin toprak yapısı killi karakterdedir ve pH 7.40-8.12, organik madde miktarı %0.71-1.99, kireç miktarı ise %2.36-30.44 arasında değişmektedir. Ağaçların gövde çapı, dinlenme döneminde aşı yerinin 10 cm üzerinden 0.01 mm duyarlı digital kumpas ile ölçülmüş ve gövde çapı değeri kullanılarak $A = \pi \cdot r^2$ formülü ile gövde kesit

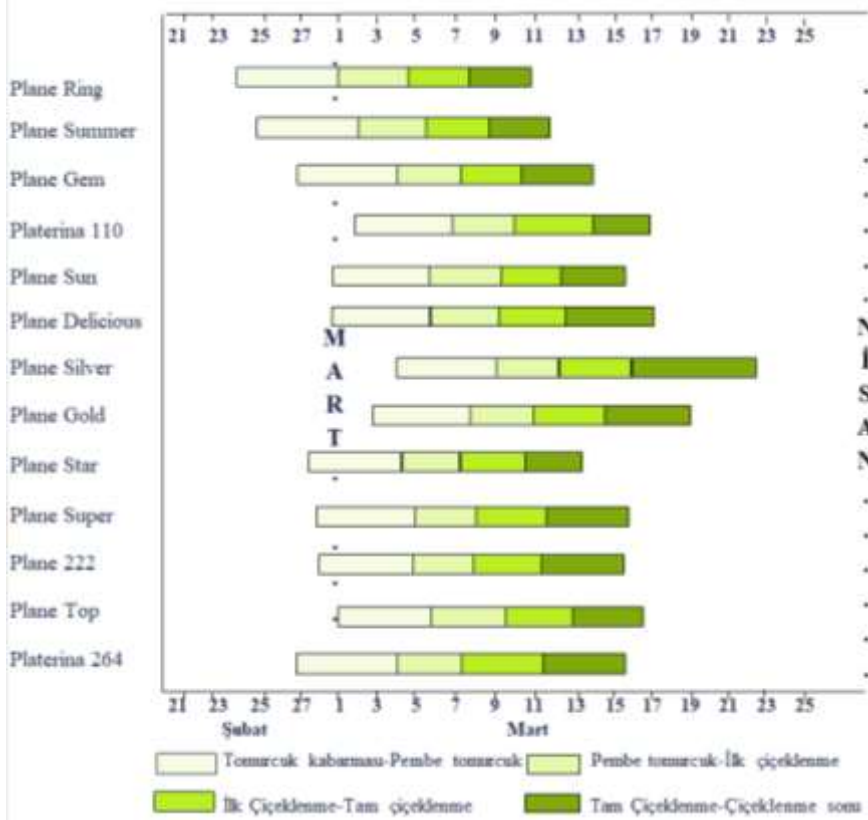
alanı hesaplanmıştır. Her bir ağaçtan elde edilen meyvelerin tartılması ile ağaç başına verim elde edilmiş ve elde edilen verim miktarı kümülatif olarak verilmiştir. Kümülatif verimin 2018 yılında hesaplanan gövde kesit alanına oranlanması ile çeşitlerin verim etkinliği belirlenmiştir. Çalışmada yer alan basık şeftali ve nektarin çeşitlerinde tomurcuk kabarması, pembe tomurcuk, ilk çiçeklenme, tam çiçeklenme, çiçeklenme sonu ve yaprak dökümü tarihleri kaydedilmiş ve üç yılın ortalaması hesaplanarak değerlendirilmiştir (Okie ve ark., 2008; Gür, 2008). Çalışma süresince çeşitlere ait yaprak kıvrıcıklığı yaygınlık oranının belirlenebilmesi amacıyla ağaçlara fungusit uygulanmamıştır. Yaprak kıvrıcıklığı (*Taphrina deformans*) yaygınlık oranı her tekerrürde ağaç başına beş sürgünde sağlıklı ve hastalıklı yaprakların sayılmasıyla elde edilmiştir (Duzgüneş ve ark., 1987). Çalışmada meyve ağırlığı (g) ve çekirdek ağırlığı (g) 0.01 g' a duyarlı elektronik teraziye tartılıp, et/çekirdek oranı hesaplanmıştır. Meyve eni, boyu ve yüksekliği (mm) 0.01 hassasiyetteki elektronik kumpas ile ölçülerek belirlenmiştir. Meyve eti sertliği (kg cm⁻²) 8 mm çapa sahip el penetrometresi kullanılarak saptanmıştır. Meyvelerin kimyasal özelliklerinden, suda çözünabilir kuru madde miktarı (%) el refraktometresi ile ölçülmüş, titre edilebilir asit miktarı (TA) (g 100⁻¹ ml) malik asit cinsinden titrasyon yöntemi ile belirlenmiştir. Bu iki parametrenin oranlanması ile olgunlaşma indeksi hesaplanmıştır.

İstatistik Analizler

Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü ve her tekerrürde üç ağaç olacak şekilde planlanmıştır. Meyvelerin pomolojik özellikleri üç tekerrürlü ve her tekerrürde 15 adet meyve olacak şekilde planlanmış ve üç yılın ortalaması hesaplanarak değerlendirilmiştir. Yaprak kıvrıcıklığı oranı (%) değerine açı (arc sin \sqrt{x}) transformasyonu uygulanarak istatistiki analiz yapılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiki analizi için 7.0.2 JMP istatistik programı kullanılmıştır (JMP, 2007). Ortalamalar arası farklılıklar 0.05 önemlilik seviyesinde TUKEY çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir (Kalaycı, 2005).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Denemeye alınan çeşitlere ait fenolojik gözlemler Şekil 1' de verilmiştir. Tomurcuk kabarma dönemi Plane Ring (24 Şubat-01 Mart) ve Plane Summer (25 Şubat-02 Mart) çeşitlerinde daha erken gerçekleşirken, Plane Gold (02 Mart-08 Mart) ve Plane Silver (03 Mart-08 Mart) çeşitlerinde daha geç gerçekleşmiştir. Çalışmada çeşitlerde ilk çiçeklenme 4-12 Mart, tam çiçeklenme 7-15 Mart, çiçeklenme sonu ise 12-24 Mart tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Plane Ring ve Plane Summer çeşitleri daha erken çiçeklenirken, Plane Gold ve Plane Silver çeşitleri daha geç çiçeklenmiştir.



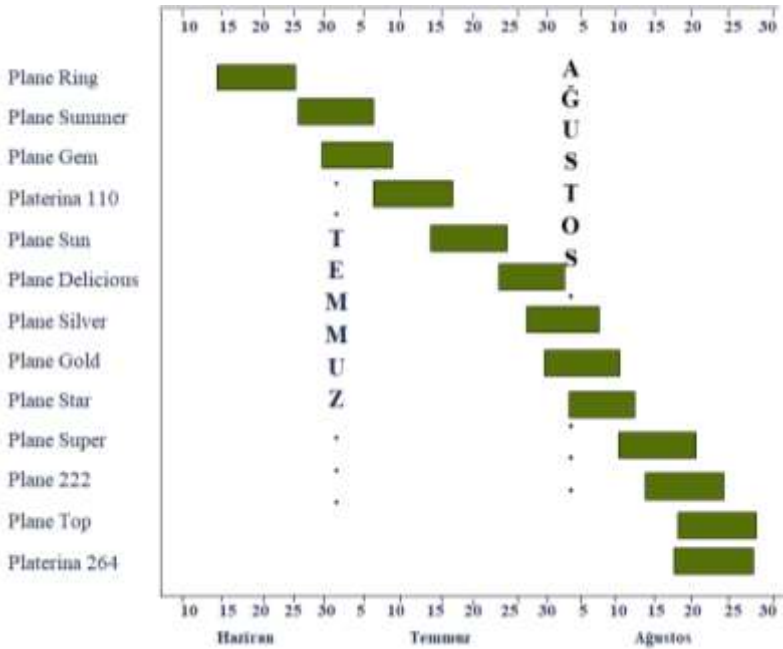
Şekil 1. Denemeye alınan şeftali-nektarin çeşitlerinde çiçeklenme periyodu (2016-2018)
Figure 1. Flowering period in flat peach-nectarine cultivars (2016-2018)

Pascal ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada bazı basık şeftali çeşitlerinin İspanya şartlarında 14-23 Mart tarihleri arasında, Fransa şartlarında ise 9-19 Mart tarihleri arasında çiçeklendiği bildirmişlerdir. Çiçeklenme dönemi ve süresi yetiştirilen tür, çeşit, iklim ve yıllara göre değişkenlik göstermektedir. Buna ek olarak yer-yöney, rakım, hakim rüzgarlar, kullanılan anaç ve bakım koşulları da çiçeklenme dönemi üzerine etkilidir (Karaçalı, 2012).

Türkiye Kuzey yarım kürede orta kuşakta yer almaktadır. Bu nedenle ılıman iklim koşullarının etkisi altındadır. Buna rağmen bazı yıllarda ilkbaharda meydana gelen düşük sıcaklıklar çiçek tomurcuklarına zarar verebilmektedir (Erdem ve ark., 2016). Düşük sıcaklıklar neticesinde meydana gelen don zararları özellikle erken çiçeklenen çeşitlerde verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu doğrultuda

üretim ve ıslah çalışmalarında daha geç çiçeklenen ve çiçeklenme periyodu daha uzun olan çeşitlerin kullanılması önemlidir (Topp ve ark., 2008; Pakkish ve ark., 2011). Çalışmada erken çiçeklenen Plane Ring ve Plane Summer çeşitlerinin ilkbahar donlarından zarar görme ihtimalinin geç çiçeklenen çeşitlere göre daha yüksek olduğu ve olası don olayı sonucunda verim kayıplarının meydana gelebileceği öngörülmektedir.

Basık şeftali-nektarin çeşitlerinin 2016-2018 yılları arası ortalama hasat tarihleri Şekil 2' de verilmiştir. Çalışmada basık şeftali-nektarin çeşitleri 14 Haziran-28 Ağustos tarihleri arasında hasat edilmiştir. Plane Ring (14 Haziran) en erken hasat edilen çeşit olurken, bu çeşidi Plane Summer (25 Haziran) ve Plane Gem (26 Haziran) çeşitleri takip etmiştir. Plane Top (19 Ağustos) ve Platerina 264 (18 Ağustos) ise en geç hasat edilen çeşitler olmuştur.



Şekil 2. Basık şeftali-nektarin çeşitlerinin meyve olgunlaştırma periyodu (2016-2018)
Figure 2. Fruit ripening period of flat peach-nectarine cultivars (2016-2018)

Çeşitlerin hasat tarihleri üzerine ekolojik faktörlerin çok büyük etkisi vardır. Legua ve ark. (2011) İspanya'da 7 basık şeftali, 3 basık nektarin çeşidinde yaptıkları araştırmada hasat olumunun 20 Mayıs-7 Ağustos tarihleri arasında, Reig ve ark. (2012) ise yine İspanya koşullarında bazı basık çeşitlerin hasat olumunun 1 Haziran-20 Eylül tarihleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Byrne (2002) farklı zamanlarda meyvelerini olgunlaştıran erkenci ve geççi çeşit yelpazesinin genişletilmesinin şeftali endüstri açısından önem arz ettiğini vurgulamıştır.

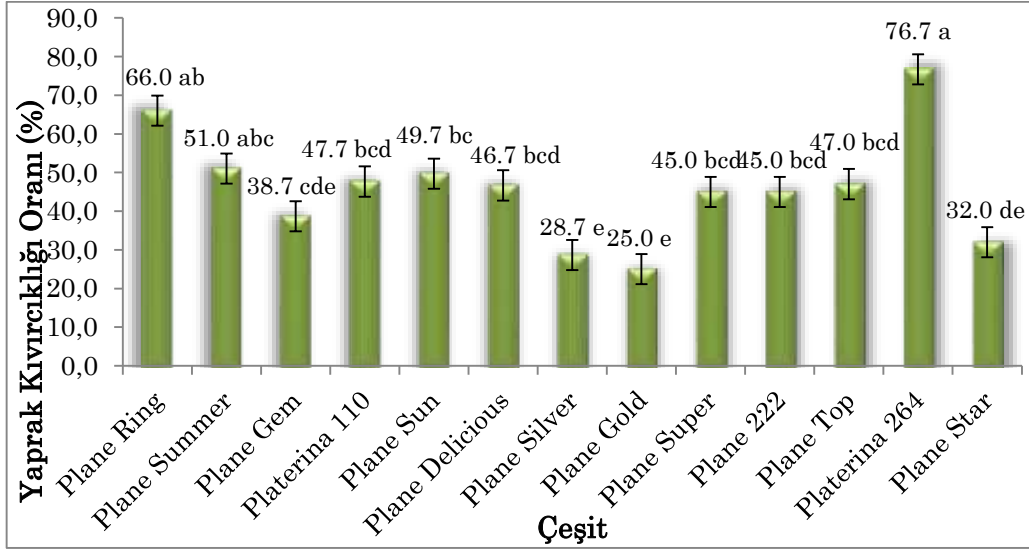
Şeftali ve nektarinlerde çiçeklenme döneminden sonra meydana gelen yağışlar ve yüksek hava nemi meyve teşekkülünü olumsuz yönde etkilemekte ve bazı fungal hastalıkların artmasına neden olmaktadır (Özçağırın

ve ark., 2004). Bu fungal hastalıklardan yaprak kıvrıcılığı şeftali-nektarin, badem ve kayısı gibi sert çekirdekli meyve yetiştiriciliğini ticari anlamda etkilemektedir (Frisullo ve ark., 2000; Cisse ve ark., 2013). Çalışmada 2016-2018 yılları arasında yaprak kıvrıcılığı yaygınlığı gözlenmiş ve çeşitler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Şekil 3). Geç çiçeklenen Plane Gold (%25.0) ve Plane Silver (%28.7) çeşitlerinde yaprak kıvrıcılığı yaygınlık oranı daha düşük bulunurken, erken çiçeklenen Plane Summer (%51.0), Plane Ring (%66.0) ve Platerina 264 (%76.7) çeşitlerinde daha yüksek bulunmuştur (Şekil 3). Sharma ve Badiyala (1994), erken çiçeklenen çeşitlerin hastalığa karşı daha hassas olduğunu bildirmiştir. Ritchie ve Werner (1981) ise, nektarin çeşitlerinin

şeftali çeşitlerine göre yaprak kıvrıkcılığına daha hassas olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile bu çalışma bulguları uyum göstermiş, erken çiçeklenen çeşitler ile Platerina 126 nektarin çeşidinde hastalık yaygınlık oranı daha yüksek bulunmuştur. Nem oranının yüksek olduğu Bursa bölgesinde ilaçlama yapılmadan yürütülen

çalışmada yaprak kıvrıkcılığı yoğunluğunda önemli farklılıkların tespit edilmesi çeşit seçiminde önemli bir ölçüt olacaktır.

Çalışmada gövde kesit alanı, kümülatif verim ve kümülatif verim etkinliği yönünden çeşitler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 1).



Şekil 3. Basık şeftali nektarin çeşitlerinde yaprak kıvrıkcılığı oranı (2016-2018)
Figure 3. Leaf curl rate in flat peach-nectarine cultivars (2016-2018)

Çizelge 1. Basık şeftali nektarin çeşitlerine ait gövde kesit alanı ve verim değerleri
Table 1. Cross-sectional area and yield values of flat peach nectarine cultivars

ÇEŞİT	Gövde Kesit Alanı (cm ²)	Kümülatif Verim (kg ağaç ⁻¹)	Kümülatif Verim Etkinliği (kg cm ⁻²)
Plane Sun	21.0±5.2 g	6.0±1.2 ef	0.22±0.01 h
Plane 222	41.0±3.2 ab	9.3±2.4 de	0.24±0.02 gh
Plane Star	29.4±7.4 ef	10.1±1.8 cd	0.34±0.06 def
Plane Gold	30.1±3.9 e	11.2±1.2 cd	0.38±0.04 cd
Plane Top	37.2±6.5 bc	15.2±2.2 b	0.41±0.03 bc
Plane Super	31.7±6.4 de	6.3±2.7 ef	0.22±0.02 h
Plane Silver	44.0±4.1 a	20.1±1.7 a	0.46±0.04 b
Platerina 264	15.6±4.2 h	3.2±3.5 f	0.23±0.02 gh
Plane Delicious	29.5±4.7 ef	9.0±2.2 de	0.31±0.04 ef
Plane Summer	36.0±6.4 cd	20.2±2.5 a	0.56±0.03 a
Plane Gem	25.4±4.4 fg	9.0±2.0 de	0.39±0.01 cd
Plane Ring	30.0±3.8 e	6.2±3.8 ef	0.08±0.05 ef
Platerina 110	36.0±5.8 cd	13.1±1.7 bc	0.36±0.07 cde

a Farklı harfler ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir (P≤0.05)
a Different letters indicate statistical difference between means (P≤0.05)

Kümülatif verim 3.2 kg ile 20.2 kg arasında dağılım göstermiş olup, Plane Summer (20.2 kg ağaç⁻¹) ve Plane Silver (20.1 kg ağaç⁻¹) çeşitleri yüksek değerler verirken, Platerina 264 (3.2 kg ağaç⁻¹) çeşidi düşük değer vermiştir. Araştırmada ağaçların gövde kesit alanı 15.6 cm² (Platerina 264) ile 44.0 cm² (Plane Silver) arasında değişim göstermiştir. Kümülatif verim etkinliği Plane Summer (0.56 kg cm⁻²) çeşidinde daha yüksek bulunurken, bunu Plane Silver (0.46 kg cm⁻²) çeşidi takip etmiştir. Kümülatif verimi düşük olan Plane Sun (0.22 kg cm⁻²) ve Plane Summer (0.22

kg cm⁻²) çeşitlerinin verim etkinliği de düşük bulunmuştur (Çizelge 1).

En yüksek meyve ağırlığı Plane Sun (152.4 g) ve Plane 222 (139.4 g) çeşitlerinden elde edilmiştir ve bu çeşitleri Plane Star (124.0 g) ve Plane Gold (123.2 g) çeşitleri takip etmiştir. En düşük meyve ağırlığı Platerina 110 (70.6 g) ve Plane Ring (85.3 g) çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Şanlıurfa ekolojisinde 11 şeftali çeşidinde yapılan çalışmada çeşitlerin meyve ağırlıkları 78.1 g (Cardinal) ile 273.1 g (Dixired) arasında değişim göstermiştir (İkinci ve

Bolat, 2018). Mustafakemalpaşa (Bursa) yöresinde 10 şeftali çeşidi (Royal Glory, Cardinal, Early Red, Dixired, Şentürk, Glohaven, Redhaven, R10, Cresthaven, Takunya) ve 1 genotip ile yapılan bir çalışmada ise çeşitlerin meyve ağırlığı 71.8 g (Çöğür) ile 217.6 g (R10) arasında dağılım göstermiştir (Küçük & Muradoğlu, 2020). Kahramanmaraş ekolojisinde 5 şeftali (Halehaven, Elegant Lady, Redhaven, Navadonna, Transvallia,) ve 3 nektarin (Big top, Sweet Lady ve Carolina) çeşidinde yürütülen çalışmada, şeftali çeşitlerinin meyve ağırlığı 100.8 g (Redhaven) ile 117.2 g (Navadonna), nektarin çeşitlerinin meyve ağırlığı ise 94.3 g (Carolina) ile 123.0 g (Sweet Lady) arasında dağılım göstermiştir. Araştırmacılar nektarin çeşitlerinde düşük meyve ağırlığına sahip Carolina çeşidinin erken, yüksek meyve ağırlığına sahip Sweet Lady çeşidinin ise daha geç hasat olumuna geldiğini bildirmiştir (İlgin & Yüce, 2019). Dirlewanger ve ark. (1999)' da hasat zamanı ile meyve ağırlığının doğru orantılı olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmada ise orta dönemde hasat edilmesine rağmen Plane Sun (152.4 g) çeşidinin meyve ağırlığının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Geç hasat edilen çeşitlerden biri olan Plane 222 (139.4 g) meyve ağırlığı yönünden yüksek, erken hasat edilen Plane Ring (85.3 g) çeşidi ise düşük değer vermiştir (Çizelge 2). Bu bulgu, diğer araştırmacıların (Dirlewanger ve ark., 1999; İlgin & Yüce, 2019) elde ettikleri bulgular ile uyumlu bulunmaktadır.

Çeşitlere ait meyve çekirdek ağırlığı 4.3 g (Plane Summer)-6.7 g (Platerina 264), et/çekirdek oranı ise 14.6 (Plane Ring)-34.0 (Plane Sun) arasında değişmiş ve çeşitler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 2). İkinci ve Bolat (2018) tarafından Şanlıurfa bölgesinde yapılan araştırmada, çeşitlerin çekirdek ağırlığı 4.3 g (Springcrest) ile 10.2 g (Redhaven) arasında dağılım göstermiştir. Mustafakemalpaşa (Bursa)'da yapılan çalışmada ise şeftali çeşitlerinde çekirdek ağırlığının 4.2 g (Çöğür Genotipi) ile 11.7 g (Şentürk) arasında değiştiği bildirilmiştir (Küçük & Muradoğlu, 2020). Bu çalışmada, meyve ağırlığı yüksek olan Plane Sun ve Plane 222 çeşitlerinin çekirdek ağırlığı düşük olduğu için bu çeşitlerin meyve et/çekirdek oranı yüksek bulunmuştur. Gür ve Pırlak (2011) tarafından Eğirdir koşullarında yapılan araştırmada meyve ağırlığı düşük bulunan Morettini 5/14 çeşidinin meyve et/çekirdek oranının daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada da meyve ağırlığı düşük olan Plane Ring (14.9) ve Platerina 110 (14.6) çeşitlerinde meyve et/çekirdek oranı düşük bulunmuş olup, elde edilen bu bulgu Gür ve Pırlak (2011)' ın bildirdiği sonuçlar ile uyumluluk göstermiştir.

Çalışmada meyve eni 55.3-75.0 mm, meyve boyu 30.1-49.8 mm ve meyve yüksekliği 51.5-75.0 mm arasında değişmiş ve çeşitler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 2). Plane Sun (75.0 mm; 75.0 mm), Plane Super (74.1 mm; 72.4 mm), Plane 222 (73.3

mm; 67.8 mm), Plane Gold (70.1 mm; 67.9 mm) çeşitleri meyve eni ve yüksekliği yönünden yüksek değerler verirken, Plane Star (49.8 mm) çeşidi meyve boyu yönünden yüksek değer vermiştir. Platerina 110 (55.3 mm; 30.1 mm ve 51.3 mm) nektarin çeşidinin ise düşük meyve boyutuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Kahramanmaraşta yürütülen çalışmada şeftali çeşitlerinin meyve eni 45.4 mm (Transvallia) ile 60.7 mm (Elegant Lady); meyve boyu 41.0 mm (Transvallia) ile 52.8 mm (Halehaven) ve meyve yüksekliği 37.4 mm (Transvallia) ile 52.1 mm (Halehaven) arasında değişim göstermiştir (İlgin & Yüce, 2019). Basık şeftali-nektarin çeşitleri ile yapılan çalışmada Pascal ve ark. (2009), meyve eninin İspanya'da 70-80 mm, Fransa'da ise 67-80 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Reig ve ark. (2015)' da İspanya Ebro Vadisinde 89 şeftali çeşidi ile yaptıkları adaptasyon çalışmasında, 16 basık şeftali çeşidinde meyve eninin ortalama 74.4-76.5 mm, meyve boyunun ise 37.5-40.2 mm değerleri arasında değiştiğini bildirmiştir. Popova ve ark. (2021)' nin Bulgaristan' da yaptığı çalışmada UFO 4 basık şeftali çeşidinin meyve eni, boyu ve yüksekliği sırası ile 66.2 mm, 32.2 mm ve 65.5 mm olarak bulunmuştur. Eğirdir ekolojisinde 16 şeftali çeşidinde yürütülen araştırmada, erken hasat edilen Morettini 5/14 şeftali çeşidinde meyve eni ve boyunun düşük (63.4 mm; 59.7 mm), geç hasat edilen South Haven çeşidinde ise bu değerlerin yüksek (88.0 mm; 82.6 mm) olduğu tespit edilmiştir (Gür & Pırlak, 2007). Bu çalışmada da genel olarak daha geç hasat edilen çeşitlerin meyve boyutunun daha yüksek olduğu, erken hasat edilen çeşitlerin ise daha düşük değerlere sahip olduğu tespit edilmiş olup bu sonuçlar Gür ve Pırlak (2007)' in bildirdiği sonuçlar ile benzerlik göstermiştir.

Çalışmada meyve eti sertliği 2.9-5.5 kg cm⁻² arasında değişim göstermiş ve çeşitler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 2). Plane Super (5.5 kg cm⁻²), Plane Gold (5.5 kg cm⁻²) ve Plane Silver (5.3 kg cm⁻²) çeşitlerinin meyve eti sertliğinin yüksek, Plane Star (2.9 kg cm⁻²) çeşidinin ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Kahramanmaraş koşullarında yapılan çalışmada meyve eti sertliği şeftalide 5.9-9.8 kg cm⁻², nektarinde 8.3-10.4 kg cm⁻² (İlgin & Yüce, 2019); Mustafakemalpaşa (Bursa) koşullarında yapılan çalışmada ise 4.9-21.9 kg cm⁻² arasında değişmiştir (Küçük & Muradoğlu, 2020). Şeftalide meyve eti sertliği hasat olumunun tespitinde kullanılan temel parametredir (Baladiya 1997). Serrano ve ark. (2004)' da meyve eti sertliğinin yüksek olmasının, hasat ve hasat sonrası dönemde meyvede mekanik zararı azaltması bakımından önemli bir kalite parametresi olduğunu vurgulamıştır. Karaçalı (2012) meyve eti sertliğinin, muhafaza ömrünü belirleyen önemli bir faktör olduğunu bildirmiş ve hasat edilen şeftalilerde sertlik değerinin 7-8 kg arasında olması gerektiğini vurgulamıştır.

Çizelge 2. Basık şeftali nektarin çeşitlerinin pomolojik özellikleri
Table 2. Pomological characteristics of flat peach nectarine cultivar

ÇEŞİT	Meyve Ağırlığı (g)	Meyve Eni (mm)	Meyve Boyu (mm)	Meyve Yüksekliği (mm)	Çekirdek Ağırlığı (g)	Meyve Eti Sertliği (kg cm ⁻²)	Et/Çekirdek Oranı	SÇKM (%)	T.A (g 100 ⁻¹ ml)	Olgunluk İndeksi
Plane Sun	152.4±4.1 ^a	75.0±1.1 ^a	35.1±1.3 ^{bc}	75.0±0.9 ^a	4.3±0.8 ^c	4.2±0.4 ^{abcd}	34.0±1.2 ^a	17.1±0.7 ^{abc}	0.20±0.05 ^e	82.2±6.3 ^a
Plane 222	139.4±11.5 ^{ab}	73.3±3.4 ^a	40.5±3.2 ^b	67.8±1.5 ^{abc}	4.6±0.5 ^{bc}	5.1±1.1 ^{ab}	29.7±3.3 ^a	14.7±0.6 ^{bcd}	0.25±0.07 ^e	58.6±3.1 ^{abc}
Plane Star	124.0±7.2 ^{bc}	64.4±3.8 ^{bc}	49.8±3.8 ^a	60.4±0.9 ^{cd}	6.2±1.9 ^{ab}	2.9±0.8 ^d	18.4±2.7 ^{cde}	13.7±2.0 ^d	0.48±0.09 ^{bc}	28.7±5.2 ^{de}
Plane Gold	123.2±4.3 ^{bc}	70.1±1.9 ^{ab}	36.5±2.1 ^{bc}	67.9±0.9 ^{abc}	4.8±0.2 ^{bc}	5.5±1.5 ^a	24.3±2.6 ^b	15.4±1.0 ^{abcd}	0.53±0.13 ^b	30.4±6.1 ^{de}
Plane Top	121.1±4.5 ^{bcd}	69.2±0.8 ^{ab}	34.4±0.7 ^{bc}	65.7±0.7 ^{bc}	6.0±1.0 ^{abc}	3.0±0.3 ^{cd}	19.0±1.4 ^{bcde}	14.1±0.7 ^{cd}	0.25±0.08 ^e	57.0±2.6 ^{bc}
Plane Super	118.1±5.6 ^{bcd}	74.1±3.9 ^a	40.5±2.7 ^b	72.4±4.5 ^{ab}	5.3±0.6 ^{abc}	5.5±0.9 ^a	19.9±3.8 ^{cd}	15.1±1.5 ^{abcd}	0.35±0.09 ^{cde}	44.8±8.3 ^{bcd}
Plane Silver	115.3±3.9 ^{cd}	69.6±1.5 ^{ab}	37.9±0.7 ^b	66.5±0.7 ^{abc}	5.5±0.5 ^{abc}	5.3±0.6 ^a	19.9±2.3 ^{bcde}	14.1±1.0 ^{cd}	0.28±0.08 ^e	50.2±3.5 ^{bcd}
Platerina 264	113.6±10.2 ^{cde}	68.5±1.9 ^{ab}	36.6±2.9 ^{bc}	64.9±3.1 ^{bc}	6.7±1.5 ^a	4.5±0.5 ^{abcd}	16.1±1.3 ^{de}	17.5±0.9 ^{ab}	0.46±0.15 ^{bcd}	38.7±6.5 ^{cde}
Plane Delicious	106.9±10.1 ^{cdef}	67.0±2.2 ^{abc}	34.8±0.8 ^{bc}	67.1±1.4 ^{abc}	4.8±0.2 ^{bc}	3.6±0.6 ^{bcd}	21.4±3.5 ^{bcd}	18.1±1.5 ^a	0.28±0.05 ^e	65.2±4.9 ^{ab}
Plane Summer	99.2±3.0 ^{def}	63.6±0.6 ^{bc}	36.3±2.6 ^{bc}	66.0±2.3 ^{abc}	4.3±1.7 ^c	4.4±0.6 ^{abcd}	21.9±1.8 ^{bc}	13.7±1.5 ^d	0.33±0.07 ^{de}	41.5±7.6 ^{bcd}
Plane Gem	91.2±5.4 ^{efg}	62.8±2.1 ^{bcd}	35.4±1.6 ^{bc}	63.5±4.1 ^{bc}	4.5±0.2 ^{bc}	5.3±1.3 ^a	18.9±1.1 ^{cde}	16.5±1.4 ^{abcd}	0.29±0.10 ^e	61.3±8.2 ^{abc}
Plane Ring	85.3±3.9 ^{fg}	60.2±3.4 ^{cd}	36.5±2.0 ^{bc}	59.2±3.7 ^{cd}	5.4±0.9 ^{abc}	4.9±1.1 ^{ab}	14.9±3.4 ^e	13.3±1.1 ^d	0.52±0.11 ^b	27.1±6.1 ^{de}
Platerina 110	70.6±4.5 ^g	55.3±1.2 ^d	30.1±0.8 ^c	51.3±0.8 ^d	4.4±0.6 ^c	4.6±0.8 ^{abc}	14.6±1.3 ^e	16.4±1.1 ^{abcd}	0.68±0.07 ^a	24.2±2.5 ^e

^a Farklı harfler ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir ($P \leq 0.05$)

^a Different letters indicate statistical difference between means ($P \leq 0.05$)

Bu çalışmada ise şeftali-nektarin çeşitlerinde meyve eti sertliğinin 7-8 kg' dan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın nedeni meyve eti sertliği üzerine çevre koşulları ve ağaçların beslenme durumunun etkili olması ile açıklanabilir. Sıcak ve kurak koşullarda bu değer yükselirken, serin ve nemli koşullarda ise bu değer düşmektedir (Karaçalı, 2012).

Çeşitlerin SÇKM değeri 13.3-18.1 arasında değişmiş ve çeşitler arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 2). Plane Delicious (%18.1) çeşidi yüksek SÇKM değeri verirken, erken hasat edilen Plane Ring (%13.3) ve Plane Summer (%13.7) çeşitleri düşük SÇKM değeri vermiştir. Erkenci çeşitlerin, orta ve geç dönemde hasat edilen çeşitlerden daha düşük SÇKM değerine sahip olduğu, orta ve geç dönemde hasat edilen çeşitlerin erkenci çeşitlere göre şeker biriktirme kapasitelerinin daha fazla olduğu bildirilmiştir (Engel ve ark., 1988; Dirlewanger ve ark., 1999; Byrne, 2002). Cantin ve ark. (2010)' da basık şeftali çeşitlerinin daha yüksek şeker içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Buna ek olarak Popova ve ark. (2021)' da daha geç hasat edilen UFO-4 basık şeftali çeşidinin SÇKM değerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Titre edilebilir asit miktarı yönünden çeşitler arasında önemli farklılıklar elde edilmiş ve asitlik değerleri 0.20-0.68 g 100⁻¹ ml arasında değişmiştir. Çeşitler arasında en yüksek değeri Platerina 110 (0.68 g 100⁻¹) vermiştir (Çizelge 2). Meyve asit içeriği çeşit özelliğine bağlı olmakla birlikte ekolojik koşullar, ağacın taç durumu, meyve yükü ve meyve olgunluğu gibi bazı parametrelerden de etkilenmektedir (Crisosto ve ark., 1997). Iglesias ve Echeverria (2009) malik asit miktarı 0.33 g 100⁻¹ ml'den düşük olan basık şeftali çeşitlerinin çok tatlı, 0.33-0.66 g 100⁻¹ ml arasında olan basık nektarin çeşitlerinin ise tatlı sınıfında yer aldığını bildirmişlerdir. Bu sınıflandırmaya göre, Plane Sun, Plane 222, Plane Top, Plane Silver, Plane Delicious ve Plane Gem çeşitlerinin malik asit içeriğinin 0.33 g 100⁻¹ ml seviyesinden daha düşük olması sonucu bu çeşitler çok tatlı çeşit sınıfına girmiştir.

SÇKM/titre edilebilir asit oranı olarak bilinen olgunluk indeksi değerleri 24.20-82,22 arasında değişmiştir. Çeşitlerin olgunluk indeksi arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Olgunluk indeksi değeri en yüksek Plane Sun (82.2) çeşidinde, en düşük Platerina 110 (24.2) çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 2). Hernandez ve ark. (2010) tarafından İspanya' da yürütülen çalışmada basık şeftali çeşitlerinde olgunluk indeksinin 25.0 ile 47.0; Reig ve ark. (2015) ise 41.0 ile 48.0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. SÇKM miktarının yüksek, asit miktarının düşük olduğu durumlarda yüksek olan olgunluk indeksi, şeftali ve nektarin çeşitlerinde tüketici talebini yansıttığı için son derece önemli bir kalite parametresi olarak değerlendirilmektedir (Crisosto & Crisosto, 2005).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bursa, şeftali endüstrisinde önemli bir konumdadır. Bölgede yetiştirilen meyve türleri hem taze tüketimde hem de gıda sanayinde değerlendirilmektedir. Bu çalışmada bazı basık şeftali ve nektarin çeşitlerinin 2016-2018 yılları arasında Bursa koşullarındaki performansı belirlenmiştir. Fenolojik gelişme dönemleri incelendiğinde çiçeklenme ve hasat dönemleri yönünden çeşitler arasında farklılıklar olduğu, ilkbahar geç donlarının önemli bir risk olduğu Bursa' da Plane Gold ve Plane Silver gibi daha geç çiçeklenen basık şeftali çeşitlerinin yetiştirilmesi ile bu riskin en aza indirilebileceği belirlenmiştir. Çalışmada yaprak kıvrıcıklığı yoğunluğu bakımından çeşitler arasında farklılıklar olduğu, Plane Gold ve Plane Silver gibi daha geç çiçeklenen çeşitlerin hastalığa daha toleranslı olabileceği öngörülmüştür. Bu hastalığa toleranslı basık çeşitler ile kurulacak bahçelerde kimyasal mücadeleden kaynaklanan maliyetlerin düşeceği unutulmamalıdır. Çalışmada incelenen kalite kriterlerine göre albenisi en yüksek basık şeftali çeşidinin Plane Sun olduğu tespit edilmiştir. İlk verim, meyve kalite parametreleri ve hastalık yaygınlık oranı birlikte değerlendirildiğinde, Plane Silver çeşidi öne çıkmıştır. Buna alternatif olarak, daha düşük verime sahip olmasına rağmen diğer parametreler bakımından Plane Gold çeşidinden de olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca bu çeşitlerin meyve eti sertliğinin yüksek olması, bunların hasat ve hasat sonrası dönemde mekanik zararlara karşı daha dayanıklı olabileceğini göstermektedir. Plane Gem çeşidi meyve iriliği bakımından öne çıkamamış olsa da meyve eti sertliğinin ve suda çözünabilir kuru madde miktarının yüksek, titre edilebilir asit miktarının düşük olması gibi basık çeşitlerde istenen olumlu özelliklere sahip olması nedeniyle ümitvar bir şeftali çeşidi olarak görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada Dilan AHI KOŞAR' ın yüksek lisans tezinin bir kısmı kullanılarak hazırlanmıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2021). Türkiye Şeftali Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249>. (Alınma Tarihi: 17.04.2022).
- Anonymous, (2020). Peach Production Quantity. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. (Alınma Tarihi: 17.04.2022).

- Bolat, İ., & İkinci, A. (2016). Yarı kurak iklim koşullarında bazı nektarin çeşitlerinin verim ve kalite performanslarının incelenmesi. VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Çanakkale, Türkiye, 25-29 Ağustos 2015, ss. 236-241.
- Byrne, D.H. (2002). Peach breeding trends: A world wide perspective. *Acta Horticulturae*, 592, 49-59. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.592.5>.
- Cantın, C.M., Gogorcena, Y., & Moreno, M.A. (2010). Phenotypic diversity and relationship of fruit quality traits in peach and nectarine breeding progenies. *Euphytica*, 171 (2), 211–226. <https://doi.org/10.1007/s10681-009-0023-4>.
- Cisse, O.H., Almeida, J.M., Fonseca, A., Kumar, A.A., Salojarvi, J., Overmyer, K.P.M., Hauser, P.M., & Pagni, M. (2013). Genome sequencing of the plant pathogen *Taphrina deformans*, the causal agent of peach leaf curl. *mBio* 4 (3), e00055-13. doi: 10.1128/mBio.00055-13.
- Crisosto, C.H., & Crisosto, G.M. (2005). Relationship Between Ripe Soluble Solids Concentration and Consumer Acceptance of High and Low Acid Melting Flesh Peach and Nectarine Cultivars. *Postharvest Biology Technology* 38(3), 239–246. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.07.007>.
- Crisosto, C.H., Scott Johnson, R.S., DeJong, T., & Day, K.R. (1997). Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. *Horticultural Science* 32(5), 820–823. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.32.5.820>.
- Demirören, S. (1992). Şeftali yetiştiriciliği. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, 16sy.
- Dirlewanger, E., Moing, A., Rothan, C., Svanella, L., Pronier, V., Guye, A., Plomion, C., & Monet, R. (1999). Mapping QTLs controlling fruit quality in peach. *Theoretical and Applied Genetics* 98(1), 18-31. <https://doi.org/10.1007/s001220051035>.
- Duzgunes, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gurbuz, F. (1987). Statistical methods- II. University Agriculture Faculty Publishes, Ankara, 381pp.
- Engel, K.H., Ramming, D.W., Flath, R.A., & Teranishi, R. (1988). Investigation of volatile constituents in nectarines. 2. changes aroma composition during nectarine maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 36(5), 1003-1006. <https://doi.org/10.1021/jf00083a024>.
- Erdem, E., Aşkın, M.A., & Sarısu, H.C. (2016). Kayısı ve kiraz çiçek tomurcukları üzerine kış donlarının etkileri. *Meyve Bilimi* 3(1), 45-50.
- Faust, M., & Timon, B. (1995). Origin and dissemination of peach. *Horticultural Reviews* 17, 331–379. <https://doi.org/10.1002/97804706550585.ch10>.
- Frusillo, S., Rana, G.L., & Crescenzi, A. (2000). Apricot leaf curl in Campania and Apulia (Italy). *Petria* 10, 11-14.
- Gür, İ. (2008). *Eğirdir Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Bazı Şeftali Çeşitlerinin Fenolojik Ve Pomolojik Özelliklerinin Tespiti* (Tez no 178540). [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gür, İ. & Pırlak, L. (2011). Eğirdir ekolojik şartlarında yetiştirilen bazı şeftali çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin tespiti. *Derim*, 28 (2), 27-41. <http://www.derim.com.tr/tr/pub/issue/4571/62638>
- Gür, E., Gündoğdu, M. A. & Şeker, M. (2020). Lapseki ekolojisinde yaygın bir şekilde yetiştirilen şeftali çeşitlerinin pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi*, 1 (2), 90-100. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ljar/issue/59169/834555>.
- Hernandez, F.C.A., Martinez, J.J., & Legua, P. (2010). Agronomic and quality parameters of flat peach Ufo3, Ufo4, and Sweetcap. *Italian Journal of Food and Science* 2(20), 165-170.
- Huang, H., Cheng, Z., & Wang, Y. (2008). *The Peach. (Botany, Production and Uses)*. CAB International, UK: Ed. Layne DR, Bassi D) 37-61.
- Iglesias, I., & Echeverria, G. (2009). Differential effect of cultivar and harvest date on nectarine colour, quality and consumer acceptance. *Scientia Horticulturae* 120, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.09.011>.
- İlgın, M. & Yüce, M. (2019). Bazı şeftali ve nektarin çeşitlerinin Kahramanmaraş ili ekolojik koşullarında performanslarının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8 (2), 11-24. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gbad/issue/48739/559871>.
- İkinci, A., & Bolat, İ. (2018). Yield and quality performance of some peach varieties grown under Sanliurfa ecological conditions. *African Journal of Agricultural*, 13(2), 47-53. DOI: 10.5897/AJAR2017.12590.
- JMP, 7.0.2. (2007). SAS Institute Inc., Cary, North Carolina 27513, USA.
- Kalaycı, M. (2005). *Jump kullanımı ve tarımsal araştırma için varyans analiz modelleri*. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 21, Eskişehir, 296 sy.
- Karaçalı, İ. (2012). *Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 486 sy.
- Küçük, O., & Muradoğlu, F. (2020). Mustafakemalpaşa (Bursa) yöresinde yetiştirilen bazı şeftali (*Prunus persica* L.) çeşitlerinin pomolojik ve kimyasal özellikleri. *Bahçe*, 49(1), 241 - 245.
- Legua, P., Hernandez, F., Diaz-Mula, H.M., Valero, D., & Serrano, M. (2011). Quality, bioactive compounds, and antioxidant activity of new flat-type peach and nectarine cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 729-735.

- <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02165.x>.
- Ma, R., Yu, M., Du, P., Hong, G., & Hongfeng, S. (2003). Evaluation of germplasm resources and breeding of flat peach. *Acta Horticulturae*, 620, 161-167. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.620.16>.
- Monet, R., Guye, M.A., Roy, M., & Dachary, N. (1996). Peach mendelian genetics: A short review and new results. *Agronomie*, 16, 321-329. <https://doi.org/10.1051/agro:19960505>.
- Nicotra, A., Conte, L., Moser, L., & Fantechi, P. (2002). New types of high quality peaches: Flat peaches (*P. persica* var. *platicarpa*) and 'Ghiaccio' peach series with long on tree fruit life. *Acta Horticulturae*, 592, 131-135. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.592.17>.
- Okie, W.R., Bacon, T., & Bassi, D. (2008). *The Peach (Botany, Production and Uses)*. CAB International, UK: Ed. Bassi D, Layne DR.) 140-169.
- Özbek, S. (1978). *Özel meyvecilik. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları*, Adana, 485 sy.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., & İsfendiyaroğlu, M. (2004). *İlman iklim meyve türleri, sert çekirdekli meyveler cilt-i, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, İzmir, 229 sy.
- Pakkish, Z., Rahemi, M., & Panahi, B. (2011). Low temperature resistance of developing flowers buds of pistachio. *Journal of Biological & Environmental Sciences*, 5, 153-157.
- Pascal, T., Iglesias, I., Blanc, P., & Pitiot, C. (2009). Joint experiments in France and Catalonia of new flat peaches, nectarines and canning peaches from INRA. *Acta Horticulturae*, 814, 299-304. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.814.46>.
- Picanol, R., Eduardo, I., Aranzana, M.J., Howad, W., Batlle, I., Iglesias, I., Alomso, J.M., & Arus, P. (2012). Combining linkage and association mapping to search for markers linked to the flat fruit character in peach. *Euphytica*, 190, 279-288. <https://doi.org/10.1007/s10681-012-0844-4>.
- Popova, A., Dessev, T., Mihaylova, D., & Petkova, N. (2021). Physicochemical properties and sensory evaluation of early ripening peach and nectarine varieties. *Journal of Central European Agriculture*, 22(1), 146-155. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.1.3024>.
- Reig, G., Alegre, S., Gatiús, F., & Iglesias, I. (2015). Adaptability of peach cultivars [*Prunus persica* (L.)] to the climatic conditions of the Ebro Valley, with special focus on fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 190, 149-160. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.04.019>.
- Reig, G., Iglesias, I., & Echeverría, G. (2012). Agronomical performance, fruit quality and sensory attributes of several flat peach and flat nectarine cultivars. *Acta Horticulturae*, 962, 563-570. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.962.76>.
- Ritchie, D.F., & Werner, D.J. (1981). Susceptibility and inheritance of susceptibility to peach leaf curl in peach and nectarine cultivars. *Plant Disease*, 65, 731-734.
- Serrano, M., Martínez, R.D., Castillo, S., Guillen, F., & Valero, D. (2004). Effect of preharvest sprays containing calcium, magnesium and titanium on the quality of peaches and nectarines at harvest and during postharvest storage. *Journal of Science of Food Agriculture*, 84, 1270-1276. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1753>.
- Sharma, I., & Badiyala, S.D. (1994). Susceptibility of peaches to *Taphrina deformans* in relation to blooming, environmental factors and genetic inheritance. *Indian Phytopathology*, 47(1), 65-71.
- Topp, B.L., Sherman, W.B., & Raseira, M.C.B. (2008). *The Peach: (Botany, Production and Uses)*. CAB International, UK: Ed. Bassi D, Layne DR.) 107-138.
- Zhang, A., Zhou, H., Jiang, X., Han, Y., & Zhang, X. (2021). The draft genome of a flat peach (*Prunus persica* L. cv. '124 Pan') provides insights into its good fruit flavor traits. *Plants*, 10 (3), 53. <https://doi.org/10.3390/plants10030538>.



Hasat Sonrası UV-C Uygulamalarının Angeleno Erik Çeşidinde Muhafaza Süresince Meyve Kalitesine Etkileri

Sevil ÜNAL¹, Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR^{2*}

^{1,2}Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 42080 Konya
¹<https://orcid.org/0000-0002-7399-4523>, ²<https://orcid.org/0000-0002-4307-964X>
✉: fkbasmaci@selcuk.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada 'Angeleno' erik çeşidinde farklı sürelerde UV-C ışık uygulamalarının soğukta muhafaza ve raf ömrü koşullarında meyve kalitesine etkileri araştırılmıştır. Sert olum hasat edilen ve bir örnek olacak şekilde seçilen meyveler UV-C ışık uygulaması yapılmak üzere 4 farklı sürede (5, 10, 20 ve 30 dakika) bu amaç için özel tasarlanmış kabin içerisinde tutulmuştur. Uygulamalar sonrasında meyveler 1 °C ve %90 oransal nem içeren soğuk hava deposunda 120 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Meyveler 15 gün arayla depodan çıkartılarak örneklerin yarısı hemen, kalan yarısı da 20 °C ve %65 oransal nem içeren raf ömrü koşullarında 3 gün bekletildikten sonra ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi, meyve et rengi, titre edilebilir asitlik miktarı, görsel kalite, toplam fenolik madde miktarı, toplam antioksidan aktivite miktarı, çürüme oranı, poligalakturonaz enzim aktivitesi değişimleri tespit edilmiştir. Hem soğukta depolama hem de raf ömrü süresince UV-C uygulamalarının kontrol ile karşılaştırıldığında kalite özelliklerinin korunmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak 'Angeleno' erik çeşitlerinde 10 dak ve 20 dak UV-C uygulamalarının soğukta depolama ve raf ömrü koşullarında meyvelerde kalite özelliklerini koruyarak muhafaza süresini uzatmada umut verici sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 29.05.2022

Kabul Tarihi : 11.03.2023

Anahtar Kelimeler

Erik
Hasat sonrası
Kalite
Uv-c

Effects of Postharvest UV-C Treatment on Fruit Quality in Plum cv. Angeleno during Storage

ABSTRACT

In this study, the effects of UV-C light treatments at different times on fruit quality in 'Angeleno' plum were investigated under cold storage and shelf life conditions. Plum fruits harvested at the stage of hard ripening were brought to the laboratory of the Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Selcuk University, under appropriate conditions. Here, after a sample fruit was selected, it was kept in a specially designed cabinet for this purpose at 4 different times (5, 10, 20, and 30 minutes) to apply UV-C light. After the applications, the fruits were stored for 120 days in a cold store with 1°C and 90% relative humidity. Fruits are removed from the warehouse with 15-day intervals, half of the samples are immediately and the remaining half are kept in shelf life conditions at 20 °C and 65% relative humidity, after physical and biochemical (weight loss, fruit flesh firmness, fruit skin and flesh color, titratable acidity, sensory analysis, total phenolic content, total antioxidant activity, decay rate, polygalacturonase enzyme activity) changes determined. It has been determined that UV-C treatments in plums are effective in maintaining quality characteristics compared to control, both during cold storage and shelf life. As a result, it was determined that 10 min and 20 min UV-C applications in 'Angeleno' plum varieties gave promising results in extending the storage period by preserving the quality properties of the fruits under cold storage and shelf life conditions.

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 29.05.2022

Accepted : 11.03.2023

Keywords

Plum
Postharvest
Quality
Uv-c

To Cite : Ünal, S. & Küçükbaşmacı Sabır, F., (2023). Effects of Postharvest UV-C treatment on fruit quality in plum cv. Angeleno during storage. *KSU J. Agric Nat* 26(4), 732-742. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1122965>

GİRİŞ

Erik Rosales takımının Rosaceae familyasından *Prunus* cinsine bağlı sert çekirdekli bir meyve türüdür. *Prunus* cinsine ait dünya üzerinde 2000'e yakın tür mevcut olup büyük bir kısmı kuzey yarımkürede bulunmaktadır. Eriğin anavatanı Anadolu, Hazar Denizi civarı ve Kafkasya olduğu kabul edilmekte ve Anadolu erik için de önemli bir gen kaynağını oluşturmaktadır (Özbek, 1978). 2020 yılı verilerine göre Dünya erik üretiminde Çin 6.465.219 ton üretimle lider konumdadır. Çin'i sırasıyla Romanya (757.880 ton), Sırbistan (582.547 ton), Şili (416.215 ton), İran (375.867 ton) ve Türkiye (329.056 ton) izlemektedir (Anonim, 2022).

Erik çeşide göre değişmekle birlikte 1 ila 8 hafta arasında muhafaza edilebilen ve çabuk bozulabilen klimakterik bir meyve türüdür (Perez-Gago ve ark., 2003). Yaş meyve ve sebzelerde hasat sonrası patojenlerin neden olduğu bozulmalar ekonomik anlamda kayıpların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu kayıpların önlenmesinde kullanılan kimyasal maddeler en etkili sonuçlar vermesine karşılık uygulama güvenliği açısından birçok durumda kullanımı sınırlanmaktadır. Bu nedenle son yıllarda meyve ve sebzelerde hasat sonrası hastalıkların kontrolü için çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Yeoshua & Mercier, 2005; Yaşar ve ark., 2020). Bu çevre dostu teknolojilerden birisi olan ultraviyole ışıklar elektromanyetik spektrumda X-ışını (200 nm) ile görünür ışık bölgesi (400 nm) arasında bulunan bir bandı ifade etmektedir (Urban ve ark., 2016).

Hasat sonrası ürün yüzeyinde bulunan mikroorganizmaları kontrol etmek amacıyla uygulanan UV ışık miktarının ürünün türü, ilk mikrobiyal yük ve çalışma parametreleri (örneğin lambda sayısı, ışığa maruz kalma süresi ve ürün miktarı) gibi çeşitli faktörlere göre değişim göstereceği belirtilmektedir (Turtoi, 2017). Patojenik bozulmalara sebep olan mikroorganizmaların birçoğu 200-310 nm dalga boyunda UV ışığını absorbe etme özelliğine sahiptir. 200-280 nm dalga boyundaki UV-C ışıkları mikroorganizmalarda tahrip edici etkiye sahipken, pürin ve pirimidin bazlarının UV-C ışığını yaklaşık 254 nm (253.7 nm) dalga boyunda maksimum olarak absorbe etmesi nedeniyle, 254 nm dalga boyunun mikroorganizmaların inaktivasyonunda en etkili dalga boyu olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle UV-C uygulamalarında ışık kaynağı olarak ışığın %90' ını 253.7 nm dalga boyunda yayan düşük basınçlı civa lambaları (LPM) kullanılmaktadır (Turtoi, 2017; Çelik, 2018). Ayrıca kısa dalga ultraviyole (UV-C, 200-280 nm) ışık uygulaması karmaşık ekipman gerektirmemesi ve kalıntı bırakmaması gibi birçok

avantaja da sahiptir (Han ve ark., 2021).

UV-C ışığı uygulaması Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi (Food and Drug Administration, FDA) birimi tarafından yaş meyve ve sebzelerde hasat sonrası kullanımı onaylanan ve ürünlerde mikroorganizmaları kontrol altına alarak hastalıklara karşı dayanıklılığı artıran, olgunlaşmayı geciktirerek hasat sonrasında muhafaza ömrünün iyileştirilmesinde kullanılan bir yöntemdir (Şen & Karaçalı, 2005; Pinheiro ve ark., 2015).

Bu çalışmada, 'Angeleno' erik çeşidinde farklı sürelerde UV-C ışık uygulamalarının soğukta muhafaza ve raf ömrü koşullarında meyve kalitesine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Çalışmada Kozagaç (Konya) yöresinde yetiştirilen, bir üretici bahçesinde çöğür anacı üzerine aşılı 4x4 m aralıklarla tesis edilmiş 15 yaşlı 'Angeleno' erik çeşidi kullanılmıştır. Sert olum döneminde (ortalama meyve eti sertliği 36.4 N ve SÇKM %16.2) hasat edilen meyveler uygun koşullarda Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuvara getirilmiştir. Burada hasarlanmış meyveler ayrılarak, büyüklük ve renk bakımından bir örnek meyveler seçilerek hasat sonrası uygulamaları yapmak üzere 6 eşit parçaya ayrılmıştır

İlk grup meyveler hiçbir uygulama yapılmadan doğrudan plastik kaselerde tartılarak açıkta kontrol grubu meyveler olarak değerlendirilmiştir. İkinci grup meyvelere yine uygulama yapılmadan plastik kaselerde Xtend® modifiye atmosfer poşetler (MAP) içerisine yerleştirilip ağızları kapatılarak depolanmıştır.

Uygulama yapılan son dört grup meyveler için UV-C ışık uygulamalarında 254 nm dalga boyundaki ışıktan yararlanılmıştır. Çalışmada 15 watt'lık 230V/50 Hz'lik 8 adet UV lamba kullanılmıştır. Meyveler seçildikten sonra UV-C ışık uygulaması için lambalara eşit uzaklıkta yerleştirilen raf üzerine sıralanmıştır. Meyvelere 4 farklı sürede (5, 10, 20 ve 30 dakika) UV-C ışık uygulaması yapılmış ve IL1700 (International Light, Inc., Newburyport, MA. 01950) model radyometre ile uygulama dozları kJ m⁻² cinsinden belirlenmiştir. 5, 10, 20 ve 30 dakika uygulamaları için UV-C dozları sırasıyla 1.8, 3.6, 7.2 ve 10.8 kJ m⁻² olarak hesaplanmıştır. UV-C uygulaması sonrası meyveler kaselerde MAP içerisine yerleştirilmiştir.

Kontrol ve uygulama yapılmış meyveler 1 °C sıcaklık ve %90 oransal nem içeren soğuk hava deposunda 120 gün süreyle muhafaza edilmiştir. 15 gün arayla depodan çıkartılan meyvelerin yarısı hemen, kalan yarısı da 3 gün süreyle 20 °C ve %65 oransal nem

içeren raf ömrü koşullarında bekletildikten sonra aşağıda belirtilen kalite parametre analizleri gerçekleştirilmiştir.

Depolama başlangıcında numaralandırılmış kaselere tartılarak ağırlıkları belirlenen meyvelerinin muhafaza süresince tekrar tartılması ile meydana gelen farklılıklar hesaplanmış ve yüzde ağırlık kaybı (%) olarak belirlenmiştir. Meyve eti sertliği 8 mm'lik uç kullanılarak dijital penetrometre ile ekvatorial bölgeden iki farklı noktadan ölçülmüş, sonuçlar Newton (N) olarak belirlenmiştir. Depolama boyunca meyve kabuğu ve etinde renk değişimleri depodan çıkartılan örneklerin karşılıklı yüzeylerinde renk ölçüm cihazı (Minolta, CR-400) kullanılarak L^* a^* ve b^* değerleri okunarak gerçekleştirilmiştir. Renk değişimlerini belirlemede hue açısı (h°) değeri hesaplanmıştır (McGuire, 1992).

Görsel kalite yarı eğitimli panelistler tarafından meyvelerinde dış görünüm, sertlik ve renk özellikleri bakımından 1-9 skalası [1: kötü- tüketilemez, 3: Orta-tüketilebilirlik sınırı (büyük oranda bozukluklar ürünün pazarlanabilirliğini düşürmekte), 5: İyi, pazarlanabilir sınır (küçük bozukluklar ürünün pazarlanabilirliğini etkilememesi), 7: Çok iyi, 9: Mükemmel] kullanılarak değerlendirilmiştir (Bayındır, 2011).

Titre edilebilir asitlik (TEA), erik meyvelerinin katı meyve sıkacağı ile sıkılması sonucu elde edilen meyve suyunun 0.1 N NaOH ile pH' sı 8.1 oluncaya kadar titre edilmesi bulunmuş ve sonuçlar malik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir.

Blender ile püre haline getirilen meyveler 25 ml metanol ile homojenize edilerek 16 saat 4 °C'de bekletilerek santrifüj edilmiştir. Elde edilen bu çözelti toplam fenol ve toplam antioksidan analizinde kullanılmıştır (Thaipong ve ark., 2006).

Toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir. Ekstrakte edilmiş örnek üzerine Folin-Ciocalteu ayracı eklenerek çalkalanmış ve 3 dakika süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda doymuş sodyum karbonat ilave edilerek 25 °C'de 2 saat inkübe edilen çözeltide 760 nm dalga boyunda okuma gerçekleştirilmiş ve sonuçlar $mg\ 100g^{-1}$ olarak verilmiştir (Singleton ve ark., 1999).

Toplam antioksidan aktivite miktarı Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) metodu kullanılarak belirlenmiştir. 150 μL örnek ekstraktı üzerine 2850 μL FRAP çalışma solüsyonu ilave edilerek 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Bu süre sonunda spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır sonuçlar $\mu mol\ g^{-1}$ taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Benzie & Strain, 1996).

Poligalakturonaz enzim aktivitesi Miller (1959) ile Pathak ve Sanwal (1998) tarafından geliştirilen DNS yönteminde bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir.

20 μl örnek üzerine 100 μl pektin çözeltisi eklenerek 30 °C'de 10 dakika bekletilmiş ve bu süre sonunda 120 μl DNS eklenmiştir. 4 dakika 96 °C'lik su banyosunda bekletilmiştir ve daha sonra 3 dakika buz içerisinde soğutulmuştur. Spektrofotometrede 530 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Canan, 2012).

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 18 adet meyve olacak şekilde yapılmıştır. Denemeden elde edilen veriler JMP (5.0) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine ($p<0.05$) göre gruplandırılmıştır (Kalaycı, 2005).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ağırlık Kaybı

Muhafazanın 15. gününden itibaren açıkta muhafaza edilen kontrol grubu meyvelerde ağırlık kaybında önemli oranda artış görülmüş ve muhafaza süresi sonunda en yüksek ağırlık kaybı bu gruptaki meyvelerde (%4.39) meydana gelmiştir (Çizelge 1). 120 gün süreyle muhafaza edilen eriklerde ağırlık kaybındaki artışı yavaşlatmada MAP ve 10 dak UV-C uygulamalarının diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu belirlenirken, muhafazanın 120. gününde en az kayıp MAP'da muhafaza edilen meyvelerde (%1.21) saptanmıştır. Raf ömrü koşullarında 120+3 günlük süre sonunda en düşük ağırlık kaybı %1.75 ile 10 dak UV-C uygulanmış meyvelerde belirlenmiştir. Bu uygulamayı aralarında istatistiksel olarak farklılık kaydedilmeyen sırasıyla 5 dak UV-C (%1.81) ve MAP (%1.82) uygulamaları takip etmiştir. En yüksek ağırlık kaybı 30 dak UV-C (%2.12) uygulanmış meyvelerde tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Her iki depolama koşulunda da muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte ağırlık kaybında artış meydana gelmiş, bu artış özellikle açıkta muhafaza edilen kontrol grubu meyvelerde çok daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. Hasat sonrası UV-C uygulamasının solunum hızı ve transpirasyonu sınırlandırarak su kaybını azalttığı ve ağırlık kaybındaki artışı yavaşlattığı vurgulanmaktadır. Ayrıca meydana gelen ağırlık kaybı ile hücre zarının yapısındaki bozulmalar arasındaki pozitif bir etkileşim olduğu ve UV-C ışık uygulamalarının hücre zarında meydana gelen bu bozulmaları geciktirerek ağırlık kaybını azalttığı belirtilmektedir (Abdipour ve ark., 2020). Elde edilen sonuçlara benzer şekilde '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde UV-C ve MAP (Koçak & Bal, 2017), 'Starks Gold' kiraz çeşidinde UV-C ve sıcak su (Durmaz, 2019), 'Takdaneh Mashhad' kiraz çeşidinde UV ve kitosan uygulamalarının (Abdipour ve ark., 2020) tek başına veya birlikte kullanımlarının meyvelerde ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 1. Soğukta muhafaza süresince farklı sürelerde UV-C uygulamalarının 'Angeleno' erik çeşidinde ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi, meyve eti rengi ve görsel kalite üzerine etkileri
Table 1. The effects of UV-C treatments at different times on weight loss, fruit flesh firmness, fruit skin color, fruit flesh color and visual quality of plums cv. 'Angeleno' during cold storage

Uygulama Treatments	Muhafaza süresi (gün) Storage (days)									
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	
Ağırlık kaybı (%)^x Weight loss										
Kontrol	0.00±0.00y	0.59±0.05 o-u	0.97±0.03 i-m	1.24±0.07 fgh	1.54±0.08 e	2.06±0.10 d	2.73±0.20c	3.41±0.43 b	4.39±0.27 a	
MAP		0.19±0.01 xy	0.29±0.02 vwx	0.41±0.03 t-x	0.53±0.06 q-v	0.74±0.08 l-s	0.85±0.03 k-o	0.99±0.04 h-l	1.21±0.06 f-i	
5 dak UV-C		0.15±0.02 xy	0.31±0.01 vwx	0.51±0.15 r-w	0.76±0.10 k-r	0.83±0.18 k-p	0.88±0.05 j-n	1.24±0.16 fgh	1.56±0.17 e	
10 dak UV-C		0.16±0.02 xy	0.38±0.13 u-x	0.40±0.05 u-x	0.50±0.04 s-w	0.67±0.09 n-s	0.83±0.02 k-p	1.02±0.09 h-k	1.34±0.05 efg	
20 dak UV-C		0.25±0.14 wxy	0.31±0.02 vwx	0.41±0.04 t-x	0.59±0.07 o-u	0.72±0.04 m-s	0.78±0.05 k-q	1.00±0.08 h-k	1.88±1.49 d	
30 dak UV-C		0.25±0.02 xy	0.57±0.04 p-u	0.62±0.05 o-u	0.66±0.03 n-t	0.81±0.08 k-p	0.96±0.07 i-m	1.12±0.04 g-j	1.41±0.06 ef	
Meyve eti sertliği (N)^x Fruit flesh firmness										
Kontrol	38.10±1.86a	37.20±0.73 abc	35.42±3.37 b-e	34.46±1.89 d-h	28.69±1.99 lm	20.51±1.21vwx	18.94±3.18 xyz	18.25±0.11 yz	17.31±0.67 z	
MAP		37.05±0.67 abc	35.25±0.65 c-f	34.79±0.89 d-g	32.63±1.30 hij	25.76±0.52 pq	21.34±0.35 t-w	21.88±1.38 s-w	20.19±0.43wxy	
5 dak UV-C		37.70±1.10 a	38.14±0.34 a	37.43±1.68 ab	31.78±0.34 jk	27.17±0.25 mp	25.47±1.29 pq	25.23±2.27 pqr	22.63±1.43 stu	
10 dak UV-C		37.22±1.34 abc	33.12±1.47 gr-j	32.04±0.76 ijk	30.43±0.19 kl	28.27±0.72 mn	28.81±0.17 lm	26.79±0.92 mp	23.19±0.80 rst	
20 dak UV-C		34.44±0.38 d-h	33.34±0.34 e-j	33.26±1.08 f-j	33.87±0.87 d-j	27.89±0.16mno	25.89±0.91opq	22.45±1.05stuv	20.80±0.53 u-x	
30 dak UV-C		37.70±0.27 a	33.94±0.65 d-i	35.47±0.80 bcd	32.88±0.98 g-j	25.82±2.71opq	26.53±0.46nop	23.95±0.70 qrs	20.62±0.18 u-x	
Meyve kabuk rengi (h)^x Skin color										
Kontrol	333.99±1.9j-q	341.39±4.5 a-j	343.24±3.8 a-f	344.42±5.3 a-d	347.30±1.9 a	341.06±1.2 a-k	33.08±4.3 d-n	323.61±8.5 st	322.54±6.2 t	
MAP		331.92±3.5 mr	329.31±8.4 o-t	328.50±8.5 q-t	337.09±3.0 d-n	325.46±3.8 rst	334.42±4.3 i-q	325.63±6.7 rst	323.52±6.3 st	
5 dak UV-C		342.18±1.9 a-h	336.61±3.0 f-o	332.78±5.8 l-r	341.05±1.9 a-k	347.16±4.5 a	339.02±4.3 cm	339.65±2.1 b-l	339.95±5.3 a-l	
10 dak UV-C		335.61±4.0 gr-q	336.81±6.3 e-o	335.21±3.3 h-q	337.17±2.8 d-n	342.82±6.4 a-g	341.97±7.4 a-i	346.59±2.0 ab	344.80±4.5 abc	
20 dak UV-C		331.65±2.4 mr	333.71±9.5 k-q	335.91±4.9 f-q	332.69±6.4 l-r	339.79±1.4 a-l	336.46±3.9 f-o	331.59±1.6 mr	336.01±0.8 f-q	
30 dak UV-C		336.16±3.0 fp	328.61±3.5 p-t	330.79±4.9 n-s	333.90±4.8 j-q	336.50±1.4 fo	344.26±4.0 a-e	336.94±8.6 d-n	334.44±4.6 i-q	
Meyve eti rengi (h)^x Fruit flesh color										
Kontrol	99.48±1.97a	97.15±0.88 abc	90.53±1.75 f-i	90.02±0.63 ghi	86.12±1.71klm	77.84±0.61 o	70.31±1.40 q	59.65±2.00 t	49.01±0.79 w	
MAP		96.30±0.18 bcd	92.42±2.73 efg	91.25±1.15 fgh	85.22±1.01 lm	77.92±0.54 o	75.77±0.32 op	67.00±0.70 rs	54.62±0.67 u	
5 dak UV-C		98.33±0.53 ab	92.88±0.32 ef	87.49±2.25 jkl	81.42±3.70 n	74.64±2.31 p	61.20±1.89 t	55.44±1.13 u	51.20±1.76 vw	
10 dak UV-C		96.89±2.65 bcd	92.75±0.59 ef	87.49±0.79 jkl	77.91±1.17 o	67.83±2.15 r	65.34±0.89 s	54.25±1.09 u	51.49±0.12 v-v	
20 dak UV-C		95.50±0.69 cd	89.81±1.25 hij	88.18±1.27 ijk	77.79±1.40 o	64.99±0.43 s	65.02±0.87 s	54.80±2.25 u	50.83±1.00 vw	
30 dak UV-C		94.57±1.69 de	92.76±0.74 ef	92.33±0.87 efg	84.04±2.66 m	68.14±0.82 qr	59.91±0.86 t	51.51±1.89 v	49.35±0.63 vw	
Görsel kalite^x Visual quality										
Kontrol	9.00±0.00a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.10±0.16f	7.33±0.00 e	5.00±0.00 j	3.22±0.19 k	
MAP		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	8.11±0.19c	6.67±0.33 h	
5 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.00±0.00 fg	5.00±0.00 j	
10 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.67±0.00 d	6.00±0.00 i	
20 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	8.33±0.00 b	6.89±0.19 g	
30 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	8.22±0.19 bc	6.56±0.19 h	

^x Her bir kalite özelliğindeki harfler muhafaza süresi x uygulama interaksiyonu arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir.

Meyve Eti Sertliği

Soğukta muhafaza edilen meyvelerde muhafaza süresinin uzaması ile birlikte meyve eti sertliğinde azalma meydana geldiği tespit edilirken, sertlik değerinin korunmasında 10 dak UV-C uygulaması (23.19 N) en etkili uygulama olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 5 dak (22.63 N), 20 dak (20.80 N), 30 dak (20.62 N) UV-C uygulamaları ile MAP (20.19 N) takip etmiştir. En düşük meyve eti sertlik değeri ise kontrol (17.31 N) meyvelerinde tespit edilmiştir (Çizelge 1). 120 günlük soğukta depolama süresi sonunda 10 dak UV-C uygulanan meyvelerde başlangıç değerine göre yaklaşık %39.13 oranında bir sertlik kaybı meydana gelirken, kontrol meyvelerinde bu oran %54.56 olarak belirlenmiştir. 120+3 günlük süre sonunda en düşük meyve eti sertlik değeri kontrol grubu meyvelerde (13.99 N) ölçülmüştür. En yüksek değer 20 dak UV-C uygulamasında (21.07 N) ölçülürken, bunu sırasıyla 10 dak UV-C (20.15 N), 5 dak UV-C (18.85 N), MAP (18.27 N) ve 30 dak UV-C (15.00 N) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 2). 120+3 günlük muhafaza süresi sonunda başlangıç değerine göre sertlik kaybı kontrol grubu meyvelerde %61.60 oranında belirlenirken, 20 dak UV-C

uygulanmış meyvelerde bu oran %42.16 olarak gerçekleşmiştir. Soğukta depolama süresince meyve eti sertliğinde meydana gelen azalma su kaybına bağlı olarak ortaya çıkan ağırlık kaybı ve metabolik değişikliklerle yakından ilişkilidir (García ve ark., 1998). Nitekim Abdipour ve ark. (2020) UV-C uygulamasının etilen sentezini engellediği, solunum oranının azalttığını ve sonucunda yumuşamaya neden olan enzimlerin aktivitelerini yavaşlattığını belirtmişlerdir. Erik meyvesinin klimakterik özellik göstermesinden dolayı UV-C uygulamaları ile metabolik aktivitenin yavaşlatılarak meyve eti sertliğinin daha iyi korunduğu düşünülmektedir. UV-C uygulamalarının kontrol ile karşılaştırıldığında meyve eti sertlik değerindeki azalmayı yavaşlattığı, bu etkinin 10 dak UV-C uygulamasında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucu elde edilen bulgulara benzer şekilde çilek (Sabır ve ark., 2018), erik (Bal & Çelik, 2008), şeftali (Gonzalez-Aguilar ve ark., 2004) ve mango (Promyou & Supapvanich, 2016) meyve türlerinde de hasat sonrası UV-C uygulamasının sertliğin korunmasında etkili olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 2.Raf ömrü koşullarında farklı sürelerde UV-C uygulamalarının ‘Angeleno’ erik çeşidinde ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi, meyve eti rengi ve görsel kalite üzerine etkileri.

Table 2. Effects of UV-C treatments at different times on weight loss, fruit flesh firmness, fruit skin color, fruit flesh color and visual quality of plums cv. 'Angeleno' under shelf life conditions.

Uygulama Treatments	Raf ömrü süresi (gün) Shelf life (days)								
	0+3	15+3	30+3	45+3	60+3	75+3	90+3	105+3	120+3
Ağırlık Kaybı (%)^x Weight loss									
Kontrol	0.77±0.08xy	1.01±0.04 p-s	1.15±0.02 no	1.15±0.04 no	1.28±0.20 m	1.48±0.05 jk	1.69±0.06fgh	1.88±0.14 cd	2.08±0.06 ab
MAP		0.75±0.03 y	0.83±0.03 v-y	0.97±0.10 q-t	1.08±0.08 n-r	1.48±0.03 jk	1.62±0.05ghi	1.66±0.04 f-i	1.82±0.09 de
5 dak UV-C		0.92±0.06 s-v	0.96±0.04 u	1.09±0.08 n-q	1.11±0.06 nop	1.15±0.05 n	1.43±0.09 kl	1.72±0.05 efg	1.81±0.02 de
10 dak UV-C		0.80±0.03wxy	0.82±0.04 v-y	0.88±0.05 t-x	1.10±0.02 nop	1.57±0.02 hij	1.66±0.03 f-i	1.67±0.05 f-i	1.75±0.01 ef
20 dak UV-C		0.82±0.04 v-y	0.84±0.02 v-y	1.05±0.11 n-r	1.27±0.08 m	1.49±0.07 jk	1.61±0.09ghi	1.87±0.13 cd	1.98±0.09 bc
30 dak UV-C		0.85±0.08uy	0.91±0.04 sw	1.04±0.03 o-r	1.35±0.05 lm	1.40±0.04 kl	1.57±0.06 ij	2.06±0.03 ab	2.12±0.09 a
Meyve eti sertliği (N) Fruit flesh firmness									
Kontrol	36.43±1.31a	31.65±0.73 ef	30.88±0.91 ef	28.87±0.97 gh	22.61±0.76o-t	19.82±0.43wz	18.62±0.51yzA	17.10±0.93A	13.99±1.33B
MAP		33.92±1.3bcd	32.31±1.83 de	25.86±0.75 j-m	21.45±0.91rw	23.49±0.49nq	21.80±0.58 q-v	20.53±0.39 u-x	18.27±0.32zA
5 dak UV-C		34.81±1.43ab	34.36±1.21 bc	30.01±1.78 fg	25.86±0.68 j-m	24.69±0.64lmn	22.40±0.89 o-t	20.92±1.77 t-w	18.85±0.84x4A
10 dak UV-C		35.27±0.81ab	35.08±1.66 ab	30.40±0.26 fg	27.96±0.84 hi	26.87±1.04 ij	26.01±0.34 jkl	23.19±0.90 n-r	20.15±0.45v-y
20 dak UV-C		32.59±1.44cde	31.17±0.76 ef	30.38±1.43 fg	26.59±1.62 ijk	23.81±0.15 nop	24.15±2.22 mno	22.20±1.37 p-u	21.07±0.81sw
30 dak UV-C		35.04±0.46ab	34.23±1.53 bc	31.54±0.54 ef	26.87±0.86 ij	24.91±0.80 kn	22.76±2.38 o-s	18.54±0.60 yzA	15.00±1.12 B
Meyve kabuk rengi (h°) Skin color									
Kontrol	344.46±4.9 abc	344.65±3.9 ab	329.70±2.6 h-r	335.34±7.5 b-k	341.71±4.3 a-e	337.05±5.0 a-i	343.95±2.1 a-d	321.28±2.7 qrs	321.32±7.7qrs
MAP		325.11±7.0 o-r	325.42±2.3 n-r	330.64±3.3 g-q	331.93±5.5 f-p	327.30±3.0 j-l	326.92±7.0 k-r	320.80±6.7 rs	303.16±4.6 t
5 dak UV-C		336.30±6.2 b-j	329.08±4.7 i-r	334.74±4.0 d-n	338.73±7.5 a-h	333.76±7.8 e-p	340.21±4.4 a-f	341.82±1.1 a-e	334.37±7.2 eo
10 dak UV-C		340.93±3.9 a-f	325.91±2.0 l-r	339.92±5.8 a-g	331.97±4.6 f-p	343.85±1.5 a-d	345.95±5.2 a	333.13± 19.7e-p	327.19±3.1 j-r
20 dak UV-C		338.48±4.6 a-h	324.45±2.2 p-s	327.53±7.9 j-l	329.00±4.7 i-r	344.38±4.5 abc	340.20±1.5 a-f	331.83±1.9 f-p	315.40±8.3 s
30 dak UV-C		327.49±2.6 j-l	325.56±3.5 m-r	335.48±10.3 b-k	321.32±10.3qrs	332.95±5.1 e-p	334.85±2.8 d-m	335.11±1.3 c-l	325.80±3.4 l-r
Meyve eti rengi (h°) Fruit flesh color									
Kontrol	99.34±0.37 a	91.57±0.27 bc	92.33±0.15 b	88.92±0.79 c-g	84.67±5.58 hij	79.17±0.66 kl	69.60±4.11 no	53.24±0.72 r	34.71±3.73 v
MAP		91.00±0.52 b-e	90.09±0.99 b-f	88.55±0.55 c-g	88.25±0.25 d-g	80.61±1.68 kl	71.95±2.54 mn	64.44±0.27 pq	48.31±0.62 st
5 dak UV-C		91.03±0.96 b-e	85.95±0.47 g-h	86.71±2.03 g-h	82.06±1.25 ijk	80.07±1.05 kl	72.13±0.82 mn	53.88±1.36 r	37.45±2.57 uv
10 dak UV-C		91.14±0.34 b-e	91.33±0.80 bcd	86.09±0.26 g-h	79.92±0.63 kl	78.35±1.22 l	69.62±1.95 no	50.91±0.48 rs	40.51±0.39 u
20 dak UV-C		90.90±0.30 b-e	88.14±1.87 efg	84.88±0.90 h-i	74.70±2.10 m	67.25±2.04 op	62.38±3.61 q	49.73±0.45 st	34.50±3.23 v
30 dak UV-C		91.29±0.28 bcd	90.86±1.64 b-e	87.43±2.70 fgh	81.69±1.47 jk	67.80±2.97 o	53.56±1.85 r	47.08±3.33 t	31.22±4.98 w
Görsel kalite Visual quality									
Kontrol	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.00±0.00 c	5.00±0.00 e	3.00±0.00 h	1.00±0.00 i
MAP		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.00±0.00 c	5.00±0.00 e	3.00±0.00 h
5 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.33±0.00 b	5.00±0.00 e	3.00±0.00 h
10 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.33±0.00 b	5.27±0.23 d	4.67±0.33 f
20 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.00±0.00 c	4.89±0.19 e
30 dak UV-C		9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	9.00±0.00 a	7.00±0.00 c	4.00±0.67 g

^x Her bir kalite özelliğindeki harfler muhafaza süresi x uygulama interaksiyonu arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasındaki farklar p<0.05 düzeyinde önemsizdir.

Meyve Kabuk Rengi

Muhafaza başlangıcında 333.99° olarak belirlenen hue açı değerinde ilk 90 gün uygulamalara göre değişmekle birlikte genel olarak başlangıç değerine göre bir artış meydana gelmiştir (Çizelge 1). 120 günlük muhafaza süresi sonunda hem açıkta hem MAP içerisinde muhafaza edilen meyvelerde başlangıç değerine göre azalma, UV-C uygulamalarında ise artış kaydedilmiştir. Muhafaza süresi sonunda hue açı değeri 344.80° (10 dak UV-C) ile 322.54° (kontrol) arasında değişim göstermiştir. 3 gün 20 °C’de raf ömrü koşullarında muhafaza edilen meyvelerde başlangıçta 344.46° olarak ölçülen hue açı değeri, 120+3 günlük muhafaza süresi sonunda en düşük MAP’da depolanan meyvelerde (303.16°) ölçülmüştür. Hue açı değerini korumada en etkili uygulama 5 dak UV-C uygulaması (334.37°) olarak belirlenirken, bunu sırasıyla 10 dak UV-C (327.19°) ile 30 dak UV-C (325.80°), kontrol (321.32°) ve 20 dak UV-C (315.40°) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 2). Erik meyvelerinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte parlaklığın ve meyve kabuğundaki renk koyulaşmasına bağlı olarak hue açı değerinin azaldığı belirlenmiştir. Genel olarak UV-C

ışık uygulamasının meyvelerde renk kalite parametrelerinin korunmasında etkili olduğu bu etkinin çoğunlukla düşük dozlarda veya UV-C ışık uygulanmayıp MAP’da muhafaza edilen meyvelerde daha belirgin ortaya çıktığı saptanmıştır. Sabır ve ark. (2018), çilekte 15 dak UV-C uygulamasının kontrol ve 30 dak UV-C uygulamalarına göre renk özelliklerini korumada etkili olduğunu ancak bu etkinin istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Pan ve ark. (2004) ise çilekte hue açı değerinde meydana gelen azalmayı geciktirmede UV-C ışık uygulamasının tek başına etkili olmadığı sıcak uygulaması ile birlikte etkinin arttığını belirtmişlerdir.

Meyve Et Rengi

Soğukta muhafaza edilen meyvelerde muhafaza süresinin uzamasına bağlı olarak meyve eti hue açı değerinde meydana gelen değişimleri geciktirmede hasat sonrası uygulamaların daha etkili olduğu saptanmıştır. 120 günlük muhafaza süresi sonunda en düşük hue açı değeri kontrol grubunda (49.01°) ölçülmüştür. En yüksek değer MAP’da depolanan

meyvelerde (54.62°) belirlenirken, bunu sırasıyla 10 dak UV-C (51.49°), 5 dak UV-C (51.20°), 20 dak UV-C (50.83°) ve 30 dak UV-C (49.35°) uygulamaları takip etmiştir. 20 dak UV-C ile 30 dak UV-C arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (Çizelge 1). 120+2 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek hue açısı değeri soğukta depolamaya benzer şekilde MAP' da depolanan meyvelerde (48.31°) meydana gelirken, bu uygulamayı sırasıyla 10 dak UV-C (40.51°), 5 dak UV-C (37.45°), kontrol (34.71°) ve 20 dak UV-C (34.50°) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer 30 dak UV-C uygulaması yapılan meyvelerde (31.22°) tespit edilmiştir (Çizelge 2). Eriklerde uzun süre düşük sıcaklıkta depolama sonrası üşüme zararı meydana gelebilmekte ve bunun sonucunda da meyve etinde kararma ve jelleşmenin ortaya çıktığı belirtilmektedir (Manganaris ve ark., 2008; Sabır, 2017). Elde ettiğimiz bulgulara göre açıkta muhafaza edilen eriklerde özellikle depolamanın sonlarına doğru meyve eti hue açısı değerinde azalma kaydedilirken, bu meyvelerde meyve etinin muhafaza başlangıcındaki parlaklığını yitirdiği ve renginin koyulaştığı tespit edilmiştir. MAP içerisinde UV-C uygulanmış ve uygulanmamış meyvelerin hue açısı değerindeki bu değişim daha yavaş gerçekleşmiştir. Genel olarak bütün renk özelliklerinin korunmasında UV-C uygulamalarının daha etkili olduğu, bu etkinin 10 dak UV-C uygulamasında daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç Sari ve ark. (2016) tarafından ananas meyvelerinde UV-C uygulamasının iç kahverengileşmesini engellediğini belirten bulgular ile desteklenmektedir.

Görsel Kalite

Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte tüm uygulamalarda görünüm değerlerinde azalma kaydedilirken, hasat sonrası yapılan uygulamalar bu azalışı geciktirmede etkili olmuştur. Meyvelerde belirlenen bu azalış panelistler tarafından erik meyvesinde renginde koyulaşma, kararma, buruşma ve yumuşama olarak ifade edilmiştir. Muhafazanın başlangıcında 9.00 olarak puan verilen kontrol ve uygulama yapılan tüm meyvelerde 60. güne kadar bir değişim görülmemiş, muhafaza süresinin 75 ve 90. gününde sadece kontrol grubu meyvelerde azalma kaydedilmiştir. Muhafazanın 105 ve 120. gününde en yüksek görünüm değeri 20 dak UV-C uygulamasında belirlenmiştir (sırasıyla 8.33 ve 6.89). Muhafaza süresinin sonunda kontrol grubu meyveler pazarlanabilir sınır değerinin altında puan alırken, diğer tüm uygulamalar 5 puanın üzerinde değerlendirilmiştir (Çizelge 1). 20 °C'de muhafaza edilen meyvelerde 60+3. güne kadar tüm gruplar 9.00 olarak değerlendirilmiştir. 75+3. günden itibaren kontrol meyvelerinde (7.00) azalma başlarken, uygulama yapılanlarda bu azalış 90+3. günden itibaren gerçekleşmiştir. 105+3. günde kontrol grubu

(3.00) hariç tüm uygulama yapılmış meyveler pazarlanabilir sınır değeri olan 5 puanın üzerinde puan alırken, 120+3. günde uygulama yapılan meyvelerin de sınır değerinin altında puan aldığı saptanmıştır. 120+3. günde en yüksek görünüm değerlendirme puanı 20 dak UV-C (4.89) uygulamasında belirlenirken, bu uygulamayı sırasıyla 10 dak UV-C (4.67), 30 dak (4.00), MAP (3.00) ve 5 dak UV-C (3.00) uygulamaları takip etmiştir. En düşük görünüm puanı kontrol grubu meyvelerde (1.00) belirlenmiştir (Çizelge 2). Muhafaza süresince daha düşük ağırlık kaybı ve daha yüksek sertlik değerinin belirlendiği uygulamalara panelistler tarafından da daha yüksek puan verildiği tespit edilmiştir. Genel olarak 10 ve 20 dak UV-C uygulanan meyveler panelistler tarafından daha yüksek puan almıştır. Elde ettiğimiz bu bulgular üzüm (Sabır ve ark., 2020) ve kiraz (Abdipour ve ark., 2020) türlerinde UV-C uygulamalarının tek başına veya farklı hasat sonrası uygulamalarla birlikte kullanıldığında görsel kaliteyi korumada etkili olduğunu belirten çalışmalarla da benzerlik göstermektedir.

Titre Edilebilir Asitlik Miktarı (TEA)

Meyvelerde 120 günlük muhafaza süresi sonunda hasat sonrası uygulamaların TEA değerini korumada etkili olduğu ve bu etkinin uygulanan UV-C sürelerine göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Muhafaza süresi sonunda en yüksek TEA değeri 10 dak UV-C (%0.694) uygulanmış meyvelerde gerçekleşirken, bunu sırasıyla 5 dak UV-C (%0.690) ve aralarında istatistiksel fark olmayan MAP (%0.664) ve 20 dak UV-C (%0.649) uygulamaları izlemiştir. En düşük TEA değeri 30 dak UV-C uygulanmış meyvelerde (%0.607) belirlenmiştir (Çizelge 3). 0+3. günde %1.489 olan TEA değerinde ilerleyen süre ile birlikte genel olarak azalma meydana gelmiştir. 120+3. günde TEA değerini korumada 20 dak UV-C uygulaması (%0.632) en etkili uygulama olarak belirlenirken, bu uygulamayı aralarında istatistiksel olarak farklılık kaydedilmeyen sırasıyla 5 dak UV-C (%0.586), 10 dak UV-C (%0.578) ve MAP uygulamaları takip etmiştir (%0.577). En düşük TEA değeri 30 dak UV-C uygulanmış meyvelerde belirlenirken (%0.528), kontrol grubu meyveler istatistiksel olarak aynı grupta (%0.532) yer almıştır (Çizelge 4). Ürünlerde hasattan sonra TEA değişiminin birçok faktöre bağlı olduğu bilinmektedir. Depolama süresince TEA miktarında oluşan değişimlerin solunumla bağlantılı olabileceği ve solunumda organik asitlerin tüketilerek azalan TEA değerinin bununla ilişkili olabileceği belirtilmektedir (Rivera-Pastrana ve ark., 2007). Nitekim hem soğukta depolama hem de raf ömrü koşullarında muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte TEA değerinde doğrusal bir azalmanın meydana geldiği saptanmıştır. Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte azalan TEA değerindeki en fazla kayıp kontrol grubu meyvelerde gerçekleşmiştir. Genel olarak UV-C

TEA değerinin korunmasında UV-C uygulamalarının etkili olduğunu belirten çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM)

Soğukta depolanan erik meyvelerinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte TFM miktarında artış kaydedilmiştir. Muhafaza başlangıcında 196.4 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenen TFM miktarı, 120 günlük muhafaza süresi sonunda 286.4 mg 100 g⁻¹ (kontrol) ile 233.0 mg 100 g⁻¹ (10 dak UV-C) arasında değişim göstermiştir. Tüm muhafaza süresi değerlendirildiğinde UV-C uygulamalarının TFM miktarındaki artışı yavaşlatmada daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Raf ömrü başlangıcında 201.7 mg 100 g⁻¹ olarak ölçülen değer, 120+3 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek kontrol grubu meyvelerde (332.0 mg 100 g⁻¹) tespit edilmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla MAP (314.1 mg 100 g⁻¹), 20 dak UV-C (305.6 mg 100 g⁻¹), 30 dak UV-C (303.5 mg 100 g⁻¹) ve 5 dak UV-C (303.3 mg 100 g⁻¹) uygulamaları takip etmiştir. En düşük TFM miktarı 10 dak UV-C uygulamasında (283.3 mg 100 g⁻¹) belirlenmiştir (Çizelge 4). Fenolik maddelerin sentezi çeşitli stres koşulları ile çevresel faktörler tarafından düzenlenmekte olup miktarı çeşit, yetiştirme koşulları, olgunluk aşaması, hasat ve depolama koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Hasat sonrası işleme, mekaniksel zararlanma, sıcaklık, modifiye atmosfer ve UV ışık uygulamalarının meyve ve sebzelerdeki fenolik bileşiklerin içeriğini düzenlemede kullanıldığı bilinmektedir. Bu teknolojiler meyve ve sebzelerde ROS (Reaktif Oksijen Türleri) oluşumunu teşvik ederek oksidatif strese neden olmaktadır (Laura ve ark., 2019). Soğukta muhafaza süresince fenolik madde miktarındaki değişim uygulamalara göre farklılık göstermiştir. Depolama süresince meydana gelen artış en fazla kontrol meyvelerinde tespit edilirken, 30 dak UV-C uygulanmış meyvelerde de diğer UV-C uygulamalarına göre daha yüksek fenolik madde miktarı tespit edilmiştir. Kontrol ve 30 dak UV-C uygulanmış meyvelerde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte hem meyve kabuğu hem de meyve etinde meydana gelen kararmalarla fenolik bileşiklerin artışının ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim ürünlerde kararmaya sebep olan polifenol oksidaz (PPO) enziminin fenolik maddelerin artışı ile meydana geldiği belirtilmektedir (Lu ve ark., 2011). Elde edilen bu sonuca benzer bulgular Sabır ve ark. (2018) tarafından çilekte yapılan bir çalışmada da belirtilmiştir.

Toplam Antioksidan Aktivite Miktarı (TAA)

Muhafazanın başlangıcında 38.42 µmol g⁻¹ olarak ölçülen değer, muhafaza süresinin ilerlemesi ile

birlikte azalarak 120 günlük muhafaza süresi sonunda 31.67 µmol g⁻¹ (MAP) ile 34.15 µmol g⁻¹ (10 dak UV-C) arasında değişim göstermiştir. Muhafaza süresince meydana gelen bu değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). Raf ömrü koşullarında muhafaza süresince azalan TAA miktarına uygulama x muhafaza süresi interaksyonunu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Muhafaza başlangıcında 38.15 µmol g⁻¹ olarak belirlenen TAA miktarı, 120+3 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek değer ise 10 dak UV-C (33.76 µmol g⁻¹) uygulamasında, düşük değer ise kontrol meyvelerinde (30.92 µmol g⁻¹) tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bahçe ürünleri besinsel içeriklerinin yüksek olması nedeniyle özellikle son yıllarda tüketiciler tarafından ilginin arttığı ürün gruplarından birisidir. Yaş meyve ve sebzelerde besinsel içeriklerinin korunmasında hasat öncesi ve hasat sonrası koşulların önemli olduğu vurgulanmaktadır. Muhafaza süresince azalan TAA'da meydana gelen değişimi yavaşlatmada UV-C uygulamalarının etkili olduğu tespit edilirken, depolama koşullarına göre değişimle birlikte 10 dak UV-C uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara benzer şekilde çileklerde 5 ve 10 dak UV-C (Erkan ve ark., 2008) ve 15 ve 30 dak UV-C uygulamalarının (Sabır ve ark., 2018) muhafaza süresince kontrol ile karşılaştırıldığında daha yüksek oranda antioksidan aktivite tespit edildiğini vurgulamışlardır.

Poligalakturonaz Enzim Aktivitesi (PG aktivitesi)

Soğukta depolama süresinde muhafaza süresinin uzaması ile birlikte PG aktivitesi miktarında artışın geciktirilmesinde hasat sonrası yapılan UV-C uygulamalarının etkili olduğu ancak bu etkinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Muhafaza başlangıcında 0.87 mmol kg⁻¹ s⁻¹ olarak ölçülen değer meyve eti sertliğinde meydana gelen yumuşama ile bağlantılı olarak artarak 120 günlük muhafaza süresi sonunda 0.97 mmol kg⁻¹ s⁻¹ (kontrol) ile 0.87 mmol kg⁻¹ s⁻¹ (10 dak UV-C) arasında değişim göstermiştir. 120+3 gün raf ömrü koşullarında muhafaza edilen meyvelerde en yüksek PG aktivitesi kontrol grubu meyvelerde (1.12 mmol kg⁻¹ s⁻¹) ölçülürken, bu uygulamayı sırasıyla 20 dak UV-C (1.00 mmol kg⁻¹ s⁻¹), MAP (0.99 mmol kg⁻¹ s⁻¹), 30 dak UV-C (0.98 mmol kg⁻¹ s⁻¹) ve 10 dak UV-C (0.94 mmol kg⁻¹ s⁻¹) uygulamaları takip etmiştir. En düşük PG aktivitesi 5 dak UV-C (0.90 mmol kg⁻¹ s⁻¹) uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Bahçe ürünlerinde olgunlaşma ile birlikte meydana gelen yumuşama pektin metil esteraz (PME), poligalakturonaz (PG) ve metil esteraz (ME) gibi enzimlerin aktivitesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu enzimler hücrelerde dayanıklılığı sağlayan pektin maddelerinin yıkımına neden olarak hücre duvarlarının çözünürlüğünü

arttırmakta ve sertlik kaybına neden olmaktadır (Barreit & Gonzalez, 1994; Atkinson ve ark., 2012). Bu enzimlerin aktivitesini yavaşlatan uygulamalar yumuşamanın geciktirilmesinde da etkili olmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

'Angelino' erik çeşidinde hasat sonrası yapılan 10 dak UV-C ve 20 dak UV-C uygulamalarının soğukta ve raf ömrü koşullarında kalite özelliklerinin korunmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Ağırlık kaybının azaltılması, meyve kabuk hue açısı değeri, meyve eti sertliği ve toplam antioksidan aktivitedeki azalışın geciktirilmesine etkili olmuştur. Ayrıca görsel kalite ve titre edilebilir asitlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin yavaşlatılmasında da etkili olduğu tespit edilmiştir. Hem soğukta hem de raf ömrü koşullarında meyvelerde fiziksel ve biyokimyasal özelliklerdeki değişimleri yavaşlatmış ve depolama ömrünü uzatmada yardımcı olmuştur. Eriklerde 10 ve 20 dak UV-C uygulamalarının uygulama kolaylığı ve maliyetinin düşük olması açısından ticari olarak tavsiye edilebilir olduğu belirlenmiştir. Hem soğukta hem de raf ömrü koşullarında kontrol grubu ile uygulama yapılmış meyvelerde fizyolojik bozulmalar ve görsel kalitede bozulmalar meydana gelmesine rağmen herhangi bir patolojik bulgu tespit edilmemiştir. Ticari olarak daha kısa süre uygulama açısından 10 dak UV-C uygulamasının daha uygun olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre UV-C uygulamasının muhafaza ve raf ömrünün uzatılması ve kalite özelliklerinin korunmasında ticari olarak kullanılabilirliği tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Dr. Sevil ÜNAL'ın "Hasat Sonrası UV-C Uygulamalarının Bazı Sert Çekirdekli Meyve Türlerinde Muhafaza Süresince Meyve Kalitesine Etkileri" isimli doktora tezinden hazırlanmış ve Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 17201107 proje numarası 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

Abdipour, M., Malekhossini, P.S., Hosseinfarahi, M., & Radi, M. (2020). Integration of uv irradiation and chitosan coating: a powerful treatment for maintaining the postharvest quality of sweet cherry fruit. *Scientia Horticulturae*, 264, 109197.

- <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109197>
- Anonim, (2022). Dünya bitkisel üretim verileri, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (Alınma Tarihi: 25.04.2022).
- Atkinson, R.G., Sutherland, P.W., Johnston, S.L., Gunaseelan, K., Hallett, I.C., Mitra, D., Brummell, D.A., Schröder, R., Johnston, J.W., & Schaffer, R.J. (2012). Down-regulation of polygalacturonase1 alters firmness, tensile strength and water loss in apple (*Malus x domestica*) fruit. *BMC Plant Biology*, 12 (1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-12-129>
- Bal, E. & Çelik, S. (2008). Hasat sonrası uv-c uygulamalarının giant erik çeşidinin meyve kalitesi ve soğukta muhafazası üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (2), 101-107. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000506
- Barreit, D.M. & Gonzalez, C. (1994). Activity of softening enzymes during cherry maturation. *Journal of Food Science*, 59 (3), 574-577. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb05565.x>
- Bayındır, D. (2011). *Angelino Erik Çeşidinin Normal, Modifiye Ve Kontrollü Atmosfer Koşullarında Depolanması (Tez no 295238)*. [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Benzie, I.F. & Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239 (1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>.
- Canan, İ. (2012). *Anamur Yöresinde Yetişen Muzların Muhafazasında Değişik Derim Sonrası Uygulamaların Raf Ömrü, Meyve Kalitesi ve Fizyolojisi Üzerine Etkileri (Tez no 318689)*. [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çelik, G. (2018). *UV-C Işık Uygulamasının Taze Ahududu ve Böğürtlen Meyvelerinin Dekontaminasyonu ve Kalitesi Üzerine Etkisi (Tez no 541337)*. [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Durmaz, N. (2019). *Starks Gold Kiraz Çeşidinde Sıcak Su, Sıcak Su+UV-C ve UV-C Uygulamalarının Modifiye Atmosfer Koşullarında Muhafazaya Etkileri (Tez no 607394)*. [Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Erkan, M., Wang, S.Y., & Wang, C.Y. (2008). Effect of uv treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 48 (2), 163-171.

- <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.09.028>
García, M.A., Martino, M.N., & Zaritzky, N.E. (1998). Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (*fragaria* × *ananassa*) quality and stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (9), 3758-3767. <https://doi.org/10.1021/jf980014c>
- Gonzalez-Aguilar, G., Wang, C.Y., & Buta, G. (2004). Uv-c irradiation reduces breakdown and chilling injury of peaches during cold storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (5), 415-422. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1675>
- Han, C., Zhen, W., Chen, Q., & Fu, M. (2021). Uv-c irradiation inhibits surface discoloration and delays quality degradation of fresh-cut stem lettuce. *LWT*, 147, 111533. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111533>
- Kalaycı, M. (2005). *Örneklerle Jump Kullanımı ve Tarımsal Araştırma İçin Varyans Analiz Modelleri*. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Yayın No:21, Eskişehir, 296 sy.
- Koçak, H. & Bal, E. (2017). Hasat sonrası uv-c ve yenilebilir yüzey kaplama uygulamalarının kiraz meyve kalitesi ile muhafaza süresi üzerine etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4 (1), 79-88. <https://doi.org/10.19159/tutad.300716>
- Laura, A., Moreno-Escamilla, J.O., Rodrigo-García, J., & Alvarez-Parrilla, E. (2019). *Phenolic compounds. (Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables)*. Woodhead Publishing, UK: Ed. Yahia EM 253-271.
- Lu, X., Sun, D., Li, Y., Shi, W., & Sun, G. (2011). Pre and post-harvest salicylic acid treatments alleviate internal browning and maintain quality of winter pineapple fruit. *Scientia Horticulturae*, 130 (1), 97-101. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.06.017>
- Manganaris, G., Vicente, A., & Crisosto, C. (2008). Effect of pre and post-harvest conditions and treatments on plum fruit quality. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 3 (9), 1-10. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20083009>
- Mcguire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Hortscience*, 27 (12), 1254-1255. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1254>
- Miller, G.L. (1959). Use of dinitro salicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31 (3), 426-428. <https://doi.org/10.1021/ac60147a030>
- Özbek, S. (1978). *Özel Meyvecilik*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana, 16.
- Pan, J., Vicente, A.R., Martínez, G.A., Chaves, A.R., & Civello, P.M. (2004). Combined use of uv-c irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. *Journal of The Science of Food Agriculture*, 84 (14), 1831-1838. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1894>
- Pathak, N. & Sanwal, G. (1998). Multiple forms of polygalacturonase from banana fruits. *Phytochemistry*, 48 (2), 249-255. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(98\)00005-3](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(98)00005-3)
- Perez-Gago, M., Rojas, C., & Del Rio, M. (2003). Effect of hydroxypropyl methylcellulos lipid edible composite coatings on plum (cv. Autumn Giant) quality during storage. *Journal of Food Science*, 68 (3), 879-883. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb08260.x>
- Pinheiro, J., Alegria, C., Abreu, M., Gonçalves, E.M., & Silva, C.L. (2015). Use of uv-c postharvest treatment for extending fresh whole tomato (*Solanum lycopersicum*, cv. Zinac) shelf-life. *Journal of Food Science Technology*, 52 (8), 5066-5074. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1550-0>
- Promyou, S. & Supapvanich, S. (2016). Physicochemical changes in 'Kaew Kamin' mango fruit illuminated with ultraviolet-c (UV-C) during storage. *Journal of Agricultural Science Technology*, 18 (1), 145-154. <http://jast.modares.ac.ir/article-23-3400-en.html>
- Rivera-Pastrana, D.M., Béjar, A.A.G., Martínez-Téllez, M.A., Rivera-Domínguez, M., & González-Aguilar, G.A. (2007). Efectos bioquímicos postcosecha de la irradiación uv-c en frutas y hortalizas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30 (4), 361-372. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61030403.pdf>
- Sabir, F.K., Sabir, A., & Unal, S. (2020). Chitosan coating and uv-c irradiation to maintain postharvest quality of minimally processed table grapes cv 'Michele Palieri'. *Erwerbs-Obstbau*, 62 (1), 35-42. <https://doi.org/10.1007/s10341-020-00494-x>
- Sabir, F.K. (2017). Erikte salisilik asit uygulamalarının soğukta depolama süresince kalite değişimlerine etkisi. *Meyve Bilimi*, 1 (Özel), 40-45. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/348718>
- Sabir, F.K., Genç, F., & Çavdarıcı, M. (2018). Hasat sonrası uv-c uygulamalarının çilekte muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (4), 458-465. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.453408>
- Sari, L.K., Setha, S., & Naradisorn, M. (2016). Effect of uv-c irradiation on postharvest quality of 'Phulae' pineapple. *Scientia Horticulturae*, 213, 314-320. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.049>
- Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In: *Methods in Enzymology*, Academic Press, 299, 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Şen, F. & Karaçalı, İ. (2005). Hasat sonrası uv-c ışığı ve diğer bazı koruyucu uygulamaların satsuma mandarinin kalite ve dayanım gücüne etkileri. *Derim*, 22 (1), 10-19. <http://www.derim.com.tr/en/download/article-file/52923>

- Şen, S. & Kuzucu, F.C. (2016). "Regina" kiraz çeşidinde hasat sonrası farklı uv-c dozlarının muhafaza süresi ve meyve kalitesi üzerine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (2), 109-116. <http://ziraat.dergi.comu.edu.tr/dosyalar/Ziraat/regina-kiraz-cesidinde-hasat-sonrasi-farkli-uv-c-dozlarinin-muhafaza-sures.pdf>
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D.H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (6-7), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>
- Turtoi, M. (2017). *Ultraviolet Light Treatments* (Novel Postharvest Treatments of Fresh Produce, Crc Press, Ed. Pareek S) 341-402.
- Urban, L., Charles, F., De Miranda, M.R.A., & Aarrouf, J. (2016). Understanding the physiological effects of uv-c light and exploiting its agronomic potential before and after harvest. *Plant Physiology and Biochemistry*, 105, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.04.004>
- Xu, F. & Liu, S. (2017). Control of postharvest quality in blueberry fruit by combined 1-methylcyclopropene (1-mcp) and uv-c irradiation. *Food Bioprocess Technology*, 10 (9), 1695-1703. <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1935-y>
- Yaşar, K., Kasım, M.U., & Kasım, R. (2020). Kivi (*Actinidia deliciosa* L.)'de Ozon Gazı Uygulamasının Hasat Sonrası Kalite Üzerine Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (4), 788-797. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.681591>
- Yeoshua, S.B. & Mercier, J. (2005). *Environmentally Friendly Technologies for Agricultural Produce Quality*. CRC Press 265-299. <https://doi.org/10.1201/9780203500361>.



Kırmızı Şaraplarda Antioksidan Kapasite ile Toplam Fenolik Bileşik ve Toplam Monomerik Antosiyanin Düzeylerinin İlişkileri

Damla YÜKSEL KÜSKÜ^{1*}, Hande TAHMAZ KARAMAN²

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Bilecik, Türkiye, ²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-5398-1146>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4842-6441>

✉: damla.yuksel@bilecik.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada üç farklı kırmızı şarabın toplam fenolik bileşik, toplam monomerik antosiyanin ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi ve birbirleri ile ilişkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada fermantasyonlarını tamamlamış Merlot, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon şaraplarının toplam fenolik bileşik, toplam monomerik antosiyanin ve ABTS, DPPH, FRAP ve ORAC yöntemleri ile antioksidan kapasiteleri belirlenmiş, sonuçların birbirleri ile korelasyonları incelenmiştir. Kırmızı şarapların toplam fenolik bileşik düzeyleri 2874 ile 3451 mg GAE L⁻¹, toplam monomerik antosiyanin düzeyleri 305-357 mg L⁻¹ aralıklarında değişen seviyelerde ölçülmüştür. Antioksidan kapasite düzeylerinin sırası ile ABTS, DPPH, ORAC ve FRAP yöntemlerine göre 32.74-35.83 µmol trolox mL⁻¹; 14.98-19.21 µmol trolox mL⁻¹; 25.93-29.07 µmol trolox mL⁻¹; 28.12-36.05 µmol trolox mL⁻¹ düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. ORAC yöntemi dışında incelenen bütün parametreler birbirleri ile ilişkili bulunmuştur. Araştırmada incelenen kırmızı şarapların fenolik bileşik ve antioksidan kapasiteleri yüksek olmakla birlikte, antioksidan kapasite tayini amaçlı ORAC yöntemi dışındaki yöntemlerin birbirleri ile değişebilir ve karşılaştırılabilir oldukları sonucuna varılmıştır.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 05.04.2022

Kabul Tarihi : 02.03.2023

Anahtar Kelimeler

Antioksidan kapasite

Kırmızı şarap

Toplam fenolik bileşik

Toplam monomerik antosiyanin

Relationships between Antioxidant Capacity and Total Phenolic Compound and Total Monomeric Anthocyanin Levels in Red Wines

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the total phenolic compound, total monomeric anthocyanin and antioxidant capacities of three different red wines and to examine their relationship with each other. The total phenolic compounds, total monomeric anthocyanins and antioxidant capacities of Merlot, Cabernet Franc and Cabernet Sauvignon wines that have completed their fermentation were determined by ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC methods, and the correlation levels of the results were estimated. The total phenolic compound levels of red wines were measured at levels ranging from 2874 to 3451 mg GAE L⁻¹, and total monomeric anthocyanin levels ranged between 305-357 mg L⁻¹. Antioxidant capacity levels were 32.74-35.83 µmol trolox mL⁻¹; 14.98-19.21 µmol trolox mL⁻¹; 25.93-29.07 µmol trolox mL⁻¹; 28.12-36.05 µmol trolox mL⁻¹ according to ABTS, DPPH, ORAC, and FRAP methods, respectively. All the parameters studied were related to each other except the ORAC method. In addition to the phenolic compound and antioxidant capacities of the red wines examined in our study are high, it has been concluded that the methods other than the ORAC method for determining antioxidant capacity are different and comparable with each other.

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 05.04.2022

Accepted : 02.03.2023

Keywords

Antioxidant capacity

Red wine

Total phenolic content

Total monomeric anthocyanin

Atf Şekli:	Yüksel Küskü, D., & Tahmaz Karaman, H., (2023) Kırmızı Şaraplarda Antioksidan Kapasite ile Toplam Fenolik Bileşik ve Toplam Monomerik Antosiyanin Düzeylerinin İlişkileri. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg</i> 26 (4), 743-753. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1098837
To Cite:	Yüksel Küskü, D., & Tahmaz Karaman, H., (2023). Relationships between Antioxidant Capacity and Total Phenolic Compound and Total Monomeric Anthocyanin Levels in Red Wines. <i>KSU J. Agric Nat</i> 26 (4), 743-753. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1098837

GİRİŞ

Üzüm ve şaraplarda bulunan polifenoller kimyasal açıdan bir veya daha fazla benzen halkası içeren geniş bir doğal bileşik ailesidir. Üzümlerin teknolojik ve fenolik parametreleri arasındaki denge, kaliteli kırmızı şaraplar elde etmek için kilit bir faktördür. Polifenollerin varlığı ile ilişkili olan fenolik olgunluk seviyesi üzümleri ve bu üzümlerden elde edilen şarapları kompleksleştirerek organoleptik kalitelerini doğrudan etkilemektedir (Merkytė ve ark., 2020). Son yıllardaki araştırmalar bazı polifenollerin antioksidan ve serbest radikal süpürücü etkileri üzerine *in vitro* ya da *in vivo* olarak yoğunlaşmış durumdadır (Lee ve ark., 2020; Pertuzatti ve ark., 2020). Özellikle kırmızı şaraplardaki varlıkları üzümün yetiştirildiği teruar özellikleri, bağ hastalık durumu ve vinifikasyon teknikleri ile değişim gösteren (Price ve ark., 1995; McDonald ve ark., 1998; Atak & Göksel, 2019; Urvieta ve ark., 2021) fenolik bileşiklerin, insan sağlığı üzerindeki etkileriyle ilgili çok sayıda araştırma mevcuttur (Tufarelli ve ark., 2017; Cosme ve ark., 2018; Averilla ve ark., 2019; Leal ve ark., 2020).

Üzümlerdeki fenolik bileşiklerin büyük çoğunluğu antioksidan etkiye sahiptirler ve bu etki esasen aromatik hidroksil grubundaki bir hidrojen atomunun serbest radikale bağlanabilme kolaylığı ile fenolik bileşiğin elektronlarının π -elektron sistemi etrafındaki delokalizasyonuna bağlı olarak eşleşmemiş bir elektronu destekleme kabiliyetinden kaynaklanmaktadır (Manini ve ark., 2019). Bu durum antioksidanların sahip oldukları çok sayıda elektronun, serbest radikallere karşı kolay bir hedef olduğu anlamına gelmektedir. Böylelikle antioksidanlar, oksitleyici zincir reaksiyonların başlamasını ve yayılmasını inhibe ederek, diğer molekülleri korurlar. Oksidatif stres pro-oksidan ve antioksidan türler arasındaki dengenin bozulmasından kaynaklanmaktadır. İnsan vücudundaki antioksidan eksikliğinden kaynaklı oksidatif stres oluşumu, kardiyovasküler hastalıklar, iltihaplanma, beyin fonksiyon bozuklukları gibi oksidatif hastalıkların patolojisine katkıda bulunmaktadır (Pisoschi ve ark., 2021).

Şarap esas olarak su, karbonhidratlar, organik asitler, mineraller, alkol, polifenoller ve aromatik bileşiklerden oluşmaktadır (Snopek ve ark., 2018). Şarap bileşenlerinin en önemli gruplarından birisini polifenoller oluşturmaktadır. Beyaz şaraplar kırmızı şaraplardan çok daha az polifenol içermektedirler. Toplam fenolik bileşik içeriği beyaz şaraplarda gallik asit eşdeğeri olarak litrede yüzlerle ifade edilirken,

kırmızı şaraplarda litrede binler seviyesine ulaşmaktadır (Singleton & Rossi, 1965). Fonksiyonel grup dağılımı ve sayısı ile molekül ağırlığı derecesi fenolik bileşiklerin antioksidan olarak etki etme yeteneklerini belirlemektedir (Radonjic ve ark., 2019). Çoğu polifenol yapısında aromatik halka üzerinde, yakınındaki moleküller üzerindeki serbest radikallere karşı büyük bir afiniteye sahip olan hidroksil gruplarına sahiptir. Bununla birlikte şarabın polifenol içeriği ile antioksidan kapasitesi arasındaki ilişki ile ilgili farklı görüşler mevcuttur. Örneğin Finotti ve Di Majo (2003) farklı fenolik bileşiklerin OCH_3 ve OH gruplarının ve halka sayılarının birbirinden farklı konumları sebebiyle antioksidan kapasitelerinin de farklı olacağını söylemişlerdir. Saint-Criqve ark. (1999) antioksidan aktivitenin polimerizasyon seviyesi ile arttığını, Arnous ve ark. (2002) antosiyaninlerin polimerik ve monomerik formlarının antioksidan kapasitelerinin farklı olduğunu, Di Majo (2008) ise şarapta bulunabilen farklı polifenoller ve radikal moleküller arasında olası bir antagonizm veya sinerjizm olabileceğini öne sürmüşlerdir. Antioksidan kapasitenin toplam fenolik bileşik içeriği ve toplam antosiyanin ile ilişkili olduğuna dair araştırmalar da literatürde yer almaktadır (Lachman ve ark., 2019).

Ekstraktlarının antioksidan kapasiteleri sadece ekstrakt bileşimine değil, aynı zamanda kullanılan test koşullarına da bağlı olmaktadır (Dorman ve ark., 2003; Trouillas ve ark., 2003; Miliauskas ve ark., 2004). Antioksidan kapasitenin ölçülmesi temel olarak, hidrojen atomunun transferine (HAT) ve elektronun transferine (ET) dayalı olan yöntemlere dayanmaktadır. ORAC testi gibi hidrojen atomunun transferine (HAT) dayalı olan testler, antioksidan ve substratın termal olarak üretilen peroksil radikalleri için rekabet ettiği rekabetçi bir reaksiyon şeması uygulamaktadır. FRAP, ABTS ve DPPH testleri gibi elektron transferine (ET) dayalı olan testlerde ise antioksidan maddenin indirgeniğinde renk değiştiren bir oksidan maddeyi indirgeme kapasitesinin ölçümüne dayanır. Renk değişiminin derecesi örnekteki antioksidan konsantrasyonu ile ilişkilidir (Lopez-Alarcon & Lissi, 2005). Bu yöntemlerin tek başına kullanılması yeterli görülmemekte, antioksidanların farklı etkilerini dikkate almak amacıyla birden fazla test ile ölçümlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Prior & Cao, 1999; Huang ve ark., 2005). DPPH, ABTS ve ORAC testleri ile numunelerin serbest radikal temizleme kapasiteleri, FRAP testi ile demir indirgeme kapasiteleri belirlenmektedir.

Bütün bunlardan yola çıkarak bu çalışmada Merlot, Cabernet Franc ve Cabernet Sauvignon çeşitlerine ait kırmızı şarapların toplam fenolik bileşik, toplam monomerik antosiyanin ve antioksidan kapasite düzeyleri incelenmiş, sonrasında korelasyon analizi ile ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırmada antioksidan kapasite tayininde dört farklı yöntemle çalışılmış bu sayede sonuçların birbirleri ile tutarlılığı ve antioksidan kapasitenin net bir şekilde ifade edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Araştırmada materyal olarak 2003 yılında dikilmiş olan 140 Ru anacı üzerine aşılı 347 numaralı Merlot klonu, 41 B anacı üzerine aşılı 181 numaralı Cabernet Franc klonu ve 110 R anacı üzerine aşılı 169 numaralı Cabernet Sauvignon klonlarından (*Vitis vinifera* L.) 2020 yılında elde edilen kırmızı şaraplar kullanılmıştır. Tekirdağ'daki Chateau Kalpak (40°39'16.76"K, 27°03'18.74"D) firmasına ait bağlar 2.1 x 1.0 m sıra arası ve üzeri mesafeye sahip olup, kordon terbiye şeklindedirler. Üzümler teknolojik olgunluk dönemlerinde vinifikasyona alınmışlardır. Bu amaçla sap ayırma tane patlatma işlemi sonrası şarapların maserasyonları *Saccharomyces cerevisiae* maya (Laffort, Fransa) kullanarak başlatılmış olup alkol fermantasyonu tamamlandığında preslenmişlerdir. Daha sonra bakteri ilavesiz malolaktik fermantasyon (MLF) süreci gözlemlenmiş, MLF sona erdiğinde aktarılacak stok tanklarına alınmışlardır. Şaraplardan bu aşamada kükürtleme öncesi analizler için 3'er tekerrürlü 500 mL'lik örnekler alınarak Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ulaştırılmışlardır. Şarapları koruma amaçlı şişeleme sırasında azot gazı uygulanmıştır.

Üzüm ve şarap genel analizleri ile şarap kalite analizleri

Üzümlerin hasat edildikleri gün briks (%), tartarik asit cinsinden toplam asitlik (mg L^{-1}) pH ve dansite değerleri belirlenmiştir (OIV, 2015). Şarap örneklerinin ise pH, tartarik asit cinsinden toplam asitlik, alkol (%), şeker, uçur asit, serbest SO_2 ve toplam SO_2 analizlerine ilaveten (OIV, 2015), Mercurio ve ark. (2007)'na göre kimyasal yaş 1 ve kimyasal yaş 2, antosiyanin iyonizasyonu (%), toplam antosiyanin (mg L^{-1}), renk yoğunluğu (Absorbans birimi: AB), renk tonu, SO_2 dayanıklı pigment (AB) analizleri, Mercurio ve Smith (2008)'e göre bisülfid ağartma yöntemi ile antosiyanin (mg L^{-1}), Ribéreau-Gayon ve ark. (2006)'na göre asit hidroliz yöntemi ile tanen (g L^{-1}), Cliff ve ark. (2007)'na göre renk yoğunluğu ve tonu ve yine Cliff ve ark. (2007)'na göre kopigmente olmuş antosiyanin, monomerik antosiyanin, polimerik antosiyanin, toplam antosiyanin (AB) analizleri gerçekleştirilmiştir. Spektrofotometrenin kullanıldığı bütün analizler Shimadzu marka UV-1208 model UV-VIS spektrofotometre cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Analiz öncesi şaraplar 0.45 μm 'lik PVDF (Sartorius, Germany) filtrelerden geçirilmişlerdir.

Toplam fenolik bileşik analizi

Şarapların toplam fenolik bileşik miktarlarının belirlenmesi amacıyla Singleton ve Rossi (1965)'nin folin ciocalteau yöntemi kullanılmıştır. Önce %20'lik sodyum karbonat çözeltisi hazırlanmış, sonrasında 10 mL'lik cam tüplere sırasıyla 7.5 mL ultra saf su, 100 μL şarap ve 500 μL Folin Ciocalteu (Sigma) eklenmiş, 3 dakika sonunda 1 mL sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek son hacim saf suyla tamamlanmıştır. 1 saat süreyle karanlıkta bekletilen şarapların okumaları 765 nm dalga boyunda yapılmış ve sonuçlar mg Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) L^{-1} olarak ifade edilmiştir. Sonuçların hesaplanmasında gallik asit eğrisinden ($R^2 = 0.9989$) yararlanılmıştır.

Toplam monomerik antosiyanin analizi

Şaraplardaki toplam monomerik antosiyanin miktarı Giusti ve Wrolstad (2001) tarafından geliştirilen pH differansiyel metodu ile belirlenmiştir. pH'sı 1.0 olan 0.025 M potasyum klorür tampon çözeltisi ve pH'sı 4.5 olan 0.4 M sodyum asetat tampon çözeltisi hazırlanarak, şarapların bu çözeltiler ile spektrofotometrenin linear sınırları (0.4-0.6) içerisinde kalacak şekilde seyreltilmesiyle 520 ve 700 nm dalga boylarında ölçümler yapılmıştır. Sonuçlar mg L^{-1} olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam monomerik antosiyanin (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{[(A) \times (MW) \times (SF) \times 1000]}{(e) \times (L)} \quad (1)$$

Eşitlikte, A: Absorbans farkı (pH 1.0 ve 4.5 değerlerinde ölçülen absorbans farkı), MW: Baz olarak alınacak antosiyaninin molekül ağırlığı (493,5), SF: Seyreltme faktörü, e: Molar absorpsiyon katsayısı (28000), L: Absorbans ölçüm kuvvetinin tabaka kalınlığı (cm).

Antioksidan kapasite analizleri

Şarapların antioksidan kapasite düzeyleri ABTS, DPPH, ORAC, FRAP yöntemleri olmak üzere dört farklı yöntemle belirlenmiştir. Sonuçların birbirleri ile karşılaştırılabilirliğini kolaylaştırması açısından troloks eşdeğeri olarak ($\mu\text{mol troloks mL}^{-1}$) ifade edilmiştir.

ABTS yöntemi

ABTS [2,2'-azinobis(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid)] yöntemi Re ve ark. (1999)'na göre gerçekleştirilmiş ve inhibisyon oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{İnhibisyon oranı (\%)} = \frac{(\text{Başlangıç absorbansı} - \text{Son absorbans})}{\text{Başlangıç absorbansı}} \quad (2)$$

Elde edilen ortalama yüzde inhibisyon değerleri örnek hacimlerine (10, 20 ve 30 μl) karşı bir grafiğe aktarılmış ve bu verilere doğrusal regresyon analizi

uygulanarak örneğe ilişkin eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır.

DPPH yöntemi

DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) yöntemi ile antioksidan aktivite Katalinic ve ark. (2004)' na göre gerçekleştirilmiştir. DPPH serbest radikalleri % 96 etanol içinde çözülerek bu çözeltinin 3 mL' si 0.2 mL numune ile karıştırılmıştır. 15 dakika sonra 517 nm dalga boyunda şahide karşı (saf su) okuma gerçekleştirilmiştir.

FRAP yöntemi

FRAP (ferric reducing antioxidant power) yöntemi ise Benzie ve Strain (1996)' e göre yapılmıştır. Bu amaçla pH 3.6 olan 300 mM sodyum asetat, 40 mM hidroklorik asit içinde seyreltilmiş 10 mM TPTZ (2,4,6-tripirydyl-s-triazine) ve 20 mM FeCl₃ × 6H₂O sırasıyla 10:1:1 oranında karıştırılmış ve 37 °C' ye ısıtılmıştır. Ayrıca, 3 mL FRAP standardı 0.2 L numune (şahit için saf su) ile karıştırılmıştır. 15 dakika sonra absorbans değerleri 593 nm' de ölçülmüştür.

ORAC yöntemi

ORAC (Oxygen radical absorbance capacity) yöntemi ile antioksidan kapasitenin belirlenebilmesi amacıyla AAPH [2,2-azobis(2-amidinopropane) dihidroklorid] 75 mM' lık 10 mL fosfat çözeltisinde eritilerek pH 7.4 olacak şekilde stok çözeltisi hazırlanmış ve son hacim 153 mM olarak ayarlanmıştır. Daha sonra 75 mM'lık floresein stok solüsyonu (4 x 10⁻³ mM) hazırlanmıştır. Stok solüsyon 1:1000 olacak şekilde fosfat solüsyonuyla seyreltilmiştir. Küvetlere 150 µL

floresein çözeltisi, 25 µL fosfat solüsyonu, 25 µL troluks ve 25 µL şarap örneği eklenmiş ve reaksiyon kaydedilmiştir (Huang ve ark., 2002).

Veri analizi

İstatistiksel analizler tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılmış, veriler Minitab18 bilgisayar paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testine göre gruplandırılarak ifade edilmiştir. Pearson's korelasyon katsayılarını hesaplama amaçlı Windows Microsoft Excel 2007 kullanılmıştır. Her analiz 3 tekrür olarak yapılmış sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmaya ait literatür ile karşılaştırmalı sonuçlar aşağıdaki başlıklar altında sunulmuştur.

Genel üzüm analiz sonuçları

Üzümlerin hasat günü gerçekleştirilen °briks, tartarik asit cinsinden toplam asitlik (mg L⁻¹), pH ve dansite ölçüm sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Briks değerleri 25.2° ile 26° arasında, toplam asitlik değerleri 5.25 ile 6.51 arasında, pH değerleri 3.32 ile 3.50 arasında ve dansite değerleri 1.111 ile 1.115 arasındaki değerlerde ölçülmüştür. Merlot, Cabernet Franc ve Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinde hasat zamanı yapılan analiz sonuçlarının kırmızı şaraplık üzüm çeşitleri için beklenen değerlerde olduğu belirlenmiştir. (Obreque-Slier ve ark., 2012; Sartor ve ark., 2017).

Çizelge 1 Genel üzüm analiz sonuçları

Table 1 Results of general grape analysis

Üzüm çeşitleri <i>Grape varieties</i>	Briks % (<i>Brix</i>)	Toplam asitlik (mg mL ⁻¹)* (<i>Total acidity</i>)	pH (<i>pH</i>)	Dansite (<i>Density</i>)
Merlot	25.2±0.3 ^b	5.25±0.01 ^b	3.44±0.02 ^a	1.112±0.6 ^{ab}
Cabernet Franc	26.0±0.1 ^a	4.66±0.04 ^c	3.50±0.02 ^a	1.111±1.0 ^b
Cabernet Sauvignon	26.0±0.2 ^a	6.51±0.06 ^a	3.32±0.02 ^b	1.115±1.0 ^a

^{a,b,c}Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen değerler Tukey testine göre P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.
^{*}Tartarik asit cinsinden.

Genel şarap analiz sonuçları

Şarapların genel analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir. Buna göre pH, toplam asitlik, alkol, şeker, uçur asit, serbest SO₂ ve toplam SO₂ düzeyleri sırasıyla 3.45-3.64, 6.33-6.86 mg mL⁻¹, %15.0-15.5, 2.5-3.1 gL⁻¹, 0.41-0.48 g L⁻¹, 25-29 mg L⁻¹, 39-46 mg L⁻¹ aralıklarında ölçülmüş ve önceki çalışmalarla uyumlu bulunmuştur (Di Profio ve ark., 2011).

Genel şarap kalite analiz sonuçları

Şarapların genel karakteri hakkında fikir vermesi ve pratik yapılabilirlikleri sebebiyle sıklıkla kullanılmakta olan genel kalite analizlerine ait sonuçlar Çizelge 3' te verilmiştir. Renk tonu,

antosiyenin iyonizasyonu, antosiyenin absorbans birimi parametreleri hariç değerlendirilen bütün parametrelerde Cabernet Sauvignon şarabı öne çıkmıştır. Modifiye somers yöntemine göre kimyasal yaş (1) 0.516-0.685; kimyasal yaş (2) 0.050-0.077; toplam antosiyenin 1002-1084 mg L⁻¹; renk yoğunluğu 10.38-15.15 AB; SO₂ düzeltilmiş renk yoğunluğu 9.53-11.13 AB; renk tonu 0.639-0.718 AB; SO₂ dayanıklı pigmentler 2.86-4.20 AB ve antosiyenin iyonizasyonu %7.00-12.34 aralıklarında değişen düzeylerde saptanmıştır.

Kimyasal yaş ilk kez Somers (1977) tarafından kullanılan bir kavram olmakla birlikte monomerik-polimerik antosiyenin değişimlerinin ne ölçüde

gerçekleştiğini tanımlamaktadır. Kimyasal yaş 1 ve 2 parametreleri iki spektral orandan türetilmektedir. Her ikisi de pigmentlerin pH değişikliklerine ve SO₂ ağartmasına ne ölçüde dayanıklı hale geldiğini ve serbest antosiyaninlerin daha az kararlı olarak daha duyarlı oldukları değişiklikleri ifade etmektedir (Basalekou ve ark., 2017). Araştırma sonuçlarına göre Cabernet Sauvignon şarabını sırasıyla Cabernet Franc

ve daha açık bir renge sahip Merlot şarabı takip etmiştir. Şarapların yaşı şarap kalitesiyle bağlantılı olan önemli bir parametre olmakla birlikte, şarap yaşını ölçmenin doğrudan bir yolu yoktur. Yaşlanmayla birlikte şarapların renk, gövde, aroma, uçucu fenolikler gibi organoleptik parametreleri değişmektedir.

Çizelge 2 Genel şarap analiz sonuçları
Table 2 Results of general wine analysis

Şaraplar (Wines)	pH (pH)	Toplam asitlik (mg mL ⁻¹)* (Total acidity)	Alkol (% h h ⁻¹) (Alcohol)	Şeker (g L ⁻¹) (Residual sugar)	Uçar asit (g L ⁻¹)** (Volatile acid)	Serbest SO ₂ (mg L ⁻¹) (Free SO ₂)	ToplamSO ₂ (mg L ⁻¹) (TotalSO ₂)
Merlot	3.64±0.01 ^a	6.50±0.02 ^b	15.5±0.0 ^a	3.1±0.1 ^a	0.41±0.02 ^b	25±0.4 ^b	42±1.3 ^b
C. Franc	3.50±0.02 ^b	6.33±0.02 ^c	15.1±0.1 ^b	2.5±0.1 ^b	0.48±0.02 ^a	26±0.7 ^b	39±1.2 ^c
C. Sauvignon	3.45±0.02 ^b	6.86±0.03 ^a	15.0±0.2 ^b	2.6±0.2 ^b	0.43±0.04 ^{ab}	29±1.1 ^a	46±1.4 ^a

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen değerler Tukey testine göre P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. *Tartarik asit cinsinden, **Sülfürik asit cinsinden.

Çizelge 3 Genel şarap kalitesi analiz sonuçları
Table 3 Results of general wine quality analysis

Spektrofotometrik Analizler (Spectrophotometric Analysis)	Şaraplar (Wines)			
	Merlot	Cabernet Franc	Cabernet Sauvignon	
Modifiye somers yöntemi	Kimyasal yaş 1	0.516±0.007 ^b	0.522±0.001 ^b	0.685±0.005 ^a
	Kimyasal yaş 2	0.050±0.001 ^c	0.058±0.001 ^b	0.077±0.002 ^a
	Toplam antosiyanin (mgL ⁻¹)	1002±1.5 ^c	1020±1.5 ^b	1084±1.0 ^a
	Renk yoğunluğu (AB)	11.18±0.06 ^b	10.38±0.05 ^c	15.15±0.04 ^a
	Renk yoğunluğu-SO ₂ düzeltilmiş (AB)	9.53±0.05 ^c	10.27±0.04 ^b	11.13±0.03 ^a
	Renk tonu	0.718±0.015 ^a	0.667±0.029 ^{ab}	0.639±0.030 ^b
	SO ₂ dayanıklı pigmentler (AB)	2.86±0.08 ^b	3.22±0.10 ^b	4.20±0.30 ^a
Asit hidroliz yöntemi	İyonize antosiyanin (%)	12.34±0.38 ^a	7.00±0.08 ^c	10.75±0.05 ^b
	Tanen (g L ⁻¹)	0.941±0.046 ^c	3.045±0.048 ^b	3.610±0.014 ^a
Bisülfid ağartma yöntemi	Antosiyanin (mgL ⁻¹)	290.50±1.20 ^b	67.96±2.19 ^c	389.55±2.07 ^a
Renk (AB)*	Renk yoğunluğu	1.651±0.002 ^c	1.963±0.064 ^b	2.410±0.003 ^a
	Renk tonu	0.618±0.015 ^a	0.576±0.004 ^b	0.591±0.009 ^{ab}
Antosiyanin(AB)	Kopigmente antosiyanin	0.375±0.006 ^a	0.127±0.006 ^c	0.241±0.045 ^b
	Monomerik antosiyanin	0.600±0.005 ^c	0.812±0.057 ^b	0.925±0.006 ^a
	Polimerik antosiyanin	0.491±0.002 ^c	0.567±0.007 ^b	0.692±0.010 ^a

^{a,b,c} Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen değerler Tukey testine göre P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. *AB: Absorbans birimi.

Kopigmente, monomerik ve polimerik antosiyanin düzeyleri şaraplarda sırasıyla 0.127-0.375, 0.600-0.925, 0.491-0.692 AB aralıklarında ölçülmüştür. Kırmızı şaraplara renk veren temel bileşikler antosiyaninlerdir. Üzümlerde monomerik halde olan antosiyaninlerin bir kısmı, şarap üretimi süresince çeşitli reaksiyonlar sonucu daha stabil bir antosiyanin formu olan polimerik forma dönüşmektedirler. Merlot, Cabernet Sauvignon ve Cabernet Franc şaraplarında monomerik formdaki antosiyaninlerin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin şarapların genç oluşu ve şaraplarda baskın olan antosiyanin formunun henüz renksiz formda olması söylenebilir.

Olgun kırmızı şarapların renk karakterlerinin stabil forma gelmesinde antosiyaninlerin kopigmente olması etkilidir. Antosiyaninlerle birleşerek daha stabil ve daha yoğun renkli bileşikler kopigmentler oluşturur. Kopigmentler renksiz olmalarına rağmen antosiyaninlerle birleşerek renkli forma dönüşmektedirler (Kalkan Yıldırım & Şener, 2010). Şaraplarda koruyucu olarak kullanılan potasyum metabisülfidin oluşturduğu SO₂ renk kayıplarına yol açabilmektedir. Araştırma sonuçlarında en yüksek renk yoğunluğuna sahip Cabernet Sauvignon şarabının yine en yüksek antosiyanin, SO₂ düzeltilmiş renk yoğunluğu ve SO₂ dayanıklı pigmentlere sahip

olduğu görülmektedir. Renkteki artışla birlikte bu parametrelerdeki yükseklik de şaraplarda istenen bir özelliktir.

Asit hidroliz yöntemi ile tanen miktarları 0.941-3.610 mgL⁻¹ düzeylerinde, bisülfid ağartma yöntemi ile antosiyanin düzeyleri 67.96-389.55 mg L⁻¹ aralığında belirlenmiştir. Şarapların renk yoğunluğu ve renk tonu ise sırasıyla 1.651-2.410, 0.576-0.618 düzeylerinde ölçülmüştür.

Kırmızı şaraplarda gerçekleştirilen önceki araştırmalarda kimyasal yaş (1) 0.2-0.5, kimyasal yaş (2) 0.1-0.2, renk yoğunluğu 2.8-6.1, SO₂ düzeltilmiş renk yoğunluğu 3.3-4.9, antosiyanin iyonizasyonu 15.5-28.3, SO₂ dayanıklı pigmentler 0.4-1.3 aralıklarında değişen düzeylerde belirlenmiştir (Basalekou ve ark., 2017; Guerrini ve ark., 2019). Ölçülen parametreler üzüm çeşidi ve vinifikasyon yöntemlerine göre değişiklik göstermekle birlikte araştırma sonuçları literatürle uyum içerisindedir.

Toplam fenolik bileşik ve toplam monomerik antosiyanin sonuçları

Şaraplara ait toplam fenolik bileşik (TFB) ve toplam monomerik antosiyanin (TA) sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Her iki parametrede de Cabernet Sauvignon şarabı en yüksek miktarları vermiş, onu sırasıyla Cabernet Franc ve Merlot şarapları takip etmiştir. Toplam fenolik bileşik düzeyleri analiz edilen şaraplarda 2874 ile 3451 mg GAE L⁻¹, toplam monomerik antosiyanin düzeyleri 305-357 mg L⁻¹ aralıklarında ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre

toplam fenolik bileşik ve toplam antosiyanin düzeyleri birbirleri ile paraleldir, en yüksek toplam fenolik bileşik içeriğine sahip şarap en yüksek toplam antosiyanin düzeyine sahiptir. Di Profio ve ark. (2011) Merlot şaraplarının toplam fenolik bileşik düzeylerini 1060-1263 mg L⁻¹, toplam antosiyanin düzeylerini ise 191-312 mg L⁻¹ olarak ölçmüşlerdir. Aynı araştırmacılar toplam fenolik bileşik ve toplam antosiyanin düzeyleri Cabernet Franc ve Cabernet Sauvignon şaraplarında sırasıyla 1070-2476 mg L⁻¹, 148-289 mg L⁻¹; 1335-2590 mg L⁻¹, 187-413 mg L⁻¹ olarak ölçmüşlerdir. Araştırmada olduğu gibi toplam fenolik bileşik ve toplam antosiyanin sonuçlarının Cabernet Sauvignon şaraplarında diğerlerine göre daha yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Şaraplara kattıkları organoleptik özelliklerin yanı sıra, antioksidan özellikleri ile de fenolik bileşikler şarapların en önemli kalite parametrelerindedir. Analiz edilen şarapların toplam fenolik bileşik ve antosiyanin düzeyleri oldukça yüksektir. Toplam fenolik bileşiklerin şarabın duyuşal özelliklerine ve antioksidan etkilerine katkı sağlamaları gibi, antosiyaninler de üzüm ve şarabın başlıca renk bileşikleridir ve şarabın duyuşal özellikleri üzerinde önemli bir rol oynamaktadırlar. Daha da önemlisi antioksidan bileşikler olarak da görev yapmaktadırlar. Antosiyaninlerin anti-kanser, anti-inflamatuar, antimikrobiyal özelliklere sahip oldukları ve bu antioksidanların tüketiminin kardiyovasküler, diyabetik ve obeziteye bağlı hastalıkların insidansını azaltabileceği bildirilmiştir (Minussi ve ark., 2003).

Çizelge 4 Toplam fenolik bileşik ve toplam monomerik antosiyanin sonuçları

Table 4 Results of total phenolic compounds and total monomeric anthocyanin

	Şaraplar (Wines)		
	Merlot	Cabernet Franc	Cabernet Sauvignon
TFB (mg GAE L ⁻¹)	2874±3.2 ^c	3157±7.6 ^b	3451±3.6 ^a
TA (mgL ⁻¹)	305±4.6 ^b	315±1.6 ^b	357±6.2 ^a

Aynı satırda farklı harflerle ifade edilen değerler Tukey testine göre P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. TFB: Toplam fenolik bileşik, TA: Toplam monomerik antosiyanin.

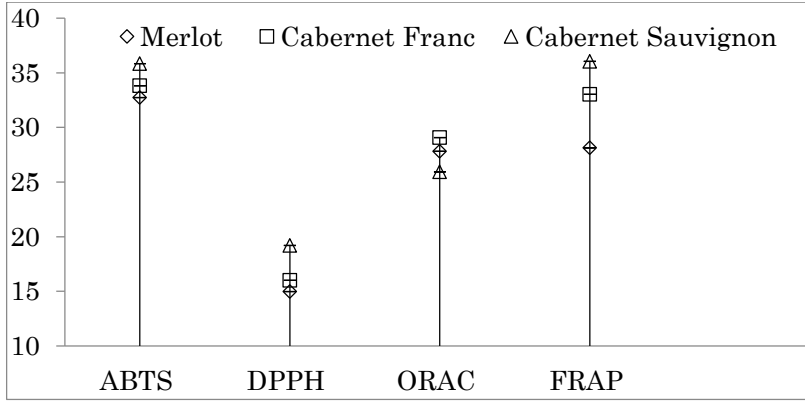
Antioksidan kapasite (ABTS, DPPH, ORAC, FRAP) sonuçları

Merlot, Cabernet Franc ve Cabernet Sauvignon şaraplarının antioksidan kapasite seviyeleri literatürde yoğun bir şekilde kullanılmakta olan dört farklı yöntemle belirlenmiştir. Şekil 1'de verilen sonuçlar incelendiğinde antioksidan kapasite düzeylerinin sırası ile ABTS, DPPH, ORAC ve FRAP yöntemlerine göre 32.74-35.83 µmol troloks mL⁻¹; 14.98-19.21 µmol troloks mL⁻¹; 25.93-29.07 µmol troloks mL⁻¹; 28.12-36.05 µmol troloks mL⁻¹ düzeylerinde oldukları görülmektedir. ORAC yöntemi dışındaki diğer yöntemlerde en yüksek antioksidan kapasite Cabernet Sauvignon şarabında saptanmış olup, Cabernet Sauvignon'u Cabernet Franc ve son olarak Merlot şarabı takip etmiştir. En düşük

antioksidan kapasite DPPH yöntemi ile 14.98 µmol troloks mL⁻¹ düzeyinde Merlot şarabından, en yüksek antioksidan kapasite ise FRAP yöntemi ile 36.05 µmol troloks mL⁻¹ düzeyinde Cabernet Sauvignon şarabından elde edilmiştir. Canlı sistemlerde gözlenen antioksidan kapasite, farklı fenolik bileşikler arasındaki etkileşimlerin bir sonucudur. Fenolik bileşikler, elektron transferi yoluyla indirgenerek veya aromatik halkalardaki hidroksil gruplarından hidrojen aktararak stabil serbest radikalleri temizleyebilmektedirler. Her iki mekanizmanın kombinasyonu şaraplarda sinerjik, antagonist ve hatta antioksidan etkilere yol açabilmektedir. Ayrıca antioksidanların etkinliği, oksijen ve fenolik hidrojen arasındaki bağ ayrışmasını sağlamak için gereken enerji gibi faktörlere, aynı zamanda pH'ya, indirgeme

potansiyeline, çözünürlüğe, stereokimyasal yapıya ve antioksidan radikallerin delokalizasyonuna da bağlıdır (Granato ve ark., 2010). Panceri ve ark. (2015) antioksidan kapasite düzeylerini Cabernet Sauvignon ve Merlot şaraplarında ABTS yöntemi ile 4.42-6.01 mMol troloks L⁻¹; DPPH yöntemi ile 2.67-4.72 mMol troloks L⁻¹ ve FRAP yöntemi ile 1.02-3.15 mMol troloks L⁻¹ olarak belirlemişler en yüksek antioksidan kapasite seviyesini Cabernet Sauvignon ABTS yöntemi ile ölçülmesi sonucunda elde ettiklerini

vurgulamışlardır. Araştırmada da ORAC yöntemi dışındaki yöntemlerde en yüksek antioksidan kapasite Cabernet Sauvignon şarabından elde edilmiştir. Cabernet Sauvignon şarabının toplam fenolik bileşik içeriğinin de yüksek olması dikkate alındığında, çalışmanın şarabın antioksidan kapasitesinin fenolik bileşime bağlı olduğunu doğrulayan diğer çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu olduğu söylenebilir (Zafrilla ve ark., 2003, Burin ve ark., 2011).



Şekil 1. Antioksidan kapasite (ABTS, DPPH, ORAC, FRAP) sonuçları
Figure 1. Results of antioxidant capacity (ABTS, DPPH, ORAC, FRAP)

Korelasyon analiz sonuçları

Araştırmada incelenen parametreler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla pearson korelasyon analizi yapılmış ve Çizelge 5' te verilen sonuçlara göre en yüksek korelasyon DPPH yöntemi ile antioksidan kapasite düzeyleri ile toplam antosiyanin seviyeleri arasında elde edilmiştir ($r=0.999$, $p<0.05$). Bu değeri $r=0.989$ ile FRAP methodu ile toplam fenolik bileşik arasındaki yüksek korelasyon takip etmiştir. Toplam antosiyanin düzeyi ile toplam fenolik bileşik düzeyi beklenildiği gibi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Şaraplarda bulunan antosiyaninler yüksek bitkilerin hemen hemen tüm dokularında bulunan suda çözünür flavonoid pigmentlerdir. Üzümlerde, esas olarak kabuklarda bulunurlar. Genç kırmızı şaraplardaki monomerik antosiyaninler, şarabın renginin oluşmasına katkıda bulunurlar. Dolayısıyla antosiyanin yüksek toplam fenolik bileşik miktarının da yüksek olmasına sebep olmaktadır (He ve ark., 2012). Toplam fenolik bileşik düzeyi ile antioksidan kapasite tayin yöntemleri arasındaki en yüksek korelasyon $r=0.989$ ile FRAP yöntemi arasında tespit edilmiştir. Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin birbirleri ile korelasyonları ise ORAC yöntemi dışında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu durum ABTS, DPPH ve FRAP yöntemlerinin şarapların antioksidan kapasite düzeylerinin ölçümünde kullanıldığı takdirde karşılaştırılabilir değerler sağladığını göstermektedir. Önceki araştırmalarda da bu teknikler arasında yüksek bir korelasyon bulunmuştur (Awika ve ark.,

2003; Thaipong ve ark., 2006). Bununla birlikte en düşük korelasyon katsayılarının ORAC yönteminde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, ORAC yöntemi ile antioksidan kapasite tayininde farklı bir kimyasal tepkimenin olmasına atfedilebilir. DPPH, FRAP ve ABTS yöntemleri tek bir elektron transfer reaksiyonuna dayanmaktadır. Bu yöntemlerde antioksidanlar, bir metal (Fe) veya bir radikal (DPPH veya ABTS) gibi oksidanlar tarafından oksitlenmektedir, dolayısıyla yöntemde antioksidan molekülden oksidana tek bir elektron aktarılmaktadır. Buna karşılık ORAC yöntemi, bu radikalın antioksidan bileşiklerden bir adet hidrojen atomu çıkardığı bir peroksil radikal oksijen türü üretildikten sonra bir hidrojen atomu transferi reaksiyonuna dayanmaktadır (Alañón ve ark., 2011). Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin birbirleri ile korelasyon değerleri incelendiğinde en yüksek korelasyon değerinin ABTS ve DPPH arasında olduğu gözlemlenmiştir. İki yöntemin r değerinin 0.994 olması her iki yöntemin de radikallerin yakalanmasına dayanan yöntemler olması söylenebilir. Sonuç olarak aynı kimyasal tepkimelere dayalı yöntemlerde yüksek korelasyonlar elde edilmiştir. Analizler arasında gözlenen bu farklılıklar, her bir bileşiğin bireysel moleküler yapısı ile de ilgilidir. Her yöntemin de antioksidan aktivitenin bir ölçüsü olduğu, ancak farklı radikallerin kullanıldığı akılda tutulmalıdır. Toplam fenolik bileşik düzeyleri bütün antioksidan kapasite tayin yöntemleri ile pozitif korelasyon göstermiştir. Bu da demek olmaktadır ki toplam fenolik bileşik antioksidan kapasiteye önemli

katkılarında bulunmaktadır. En yüksek korelasyon ise önceki çalışmalara benzer şekilde FRAP methodu ile olan ilişkisinde görülmüştür ($r=0.989$) (Arnous ve ark., 2002; Doshi ve ark., 2015). Romero-Díez ve ark. (2018)

nın da belirttiği gibi bu çalışmada da antioksidan ölçüm methodlarından ORAC methodu ile toplam fenolik bileşik düzeylerinin ilişkisi zayıf olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 5 Şarapların toplam fenolik bileşik, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasite sonuçlarına ait korelasyon katsayıları

Table 5 Correlation coefficients of total phenolic compounds, total anthocyanin and antioxidant capacity of wines

	TFB	TA	ABTS	DPPH	ORAC
TFB	1				
TA	0.946*	1			
ABTS	0.986*	0.987*	1		
DPPH	0.962*	0.999*	0.994*	1	
ORAC	-0.604	-0.830	-0.729	-0.799	1
FRAP	0.989*	0.888	0.950*	0.911*	-0.480

* $P<0.05$ düzeyinde önemlidir. TFB: Toplam fenolik bileşik, TA: Toplam monomerik antosiyanin, ABTS: 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), DPPH: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, ORAC: Oxygen radical absorbance capacity (Oksijen radikal absorpsiyon kapasitesi), FRAP: Ferric reducing antioxidant power (Demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan gücü).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada Merlot, Cabernet Franc ve Cabernet Sauvignon şaraplarının fermantasyon sonunda toplam fenolik bileşik, toplam monomerik antosiyanin ve dört farklı yöntemle antioksidan kapasite düzeyleri tespit edilerek, sonuçların birbirleri ile korelasyon düzeyleri incelenmiştir. En yüksek toplam fenolik bileşik ve toplam monomerik antosiyanin düzeyleri Cabernet Sauvignon çeşidine ait kırmızı şarapta ölçülmüş, ayrıca toplam fenolik bileşik, toplam monomerik antosiyanin ve antioksidan kapasite düzeylerinin birbirleri ile korele oldukları sonucuna varılmıştır. Araştırmada antioksidan kapasitenin belirlenmesinde kullanılan ABTS, DPPH, FRAP yöntemlerinin kırmızı şarapların antioksidan kapasitesi için karşılaştırılabilir sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, ORAC yönteminden elde edilen sonuçlar diğer yöntemlerle korelasyon göstermemiştir. Bu durum, yalnızca zincir kıran antioksidanların peroksil radikallerine karşı aktivitesini ölçen ORAC tahlilinin altında yatan ilkeye atfedilir. Ayrıca, ORAC diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında farklı bir mekanizmaya dayanmaktadır. Bu nedenle, farklı reaktif oksijen türleri ve farklı reaksiyon mekanizmaları nedeniyle, antioksidan kapasite değerlendirmesi için tek bir yöntem seçmek oldukça zor olmakla birlikte önerilmemektedir. Sonuç olarak, çeşitli reaktif oksijen türlerine karşı tam bir antioksidan kapasite profilini ortaya koyabilmek adına farklı yöntemlerin bir arada kullanılması önem taşımaktadır. Kırmızı şarapların sahip oldukları fenolik bileşik içerikleri ile antioksidan etki göstermeleri sebebiyle organoleptik özelliklerinin yanı sıra antioksidatif olarak da değerlendirmeleri önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Şarapları temin ettiğimiz Chateau Kalpak firmasından Buket Yıldız ve Bülent Kalpak'a

teşekkürlerimizi sunarız.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Alañón, M.E., Castro-Vázquez, L., Díaz-Maroto, M.C., Gordon, M.H., & Pérez-Coello, M.S. (2011). A study of the antioxidant capacity of oak wood used in wine ageing and the correlation with polyphenol composition. *Food Chemistry*, 128(4), 997-1002.
- Arnous, A., Makris, D.P., & Kefalas, P. (2002). Correlation of pigment and flavanol content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(6), 655-665.
- Atak, A., & Goksel, Z. (2019). Farklı Vitis Türlerine Mensup Üzüm Çeşit/Genotiplerinde Bazı Fenolik Madde Değişimlerinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(2), 153-161.
- Averilla, J.N., Oh, J., Kim, H.J., Kim, J.S., & Kim, J.S. (2019). Potential health benefits of phenolic compounds in grape processing by-products. *Food science and biotechnology*, 28(6), 1607-1615.
- Awika, J.M., Rooney, L.W., Wu, X., Prior, R.L., & Cisneros-Zevallos, L. (2003). Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6657-6662.
- Basalekou, M., Pappas, C., Kotseridis, Y., Tarantilis, P.A., Kontaxakis, E., & Kallithraka, S. (2017). Red wine age estimation by the alteration of its color parameters: Fourier transform infrared spectroscopy as a tool to monitor wine maturation

- time. *Journal of analytical methods in chemistry*, 2017.
- Benzie, I.F.F., & Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as measurement of "antioxidant power": The Frap assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70–76.
- Burin, V.M., Costa, L.L.F., Rosier, J.P., & Bordignon-Luiz, M.T. (2011). Cabernet Sauvignon wines from two different clones, characterization and evolution during bottle ageing. *LWT-Food Science and Technology*, 44(9), 1931-1938.
- Cliff, M.A., King, M.C., & Schlosser, J. (2007). Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. *Food Research International*, 40(1), 92-100.
- Cosme, F., Pinto, T., & Vilela, A. (2018). Phenolic compounds and antioxidant activity in grape juices: A chemical and sensory view. *Beverages*, 4(1), 22.
- Di Majo, D., La Guardia, M., Giammanco, S., La Neve, L., & Giammanco, M. (2008). The antioxidant capacity of red wine in relationship with its polyphenolic constituents. *Food Chemistry*, 111, 45-49.
- Di Profio, F., Reynolds, A.G., & Kasimos, A. (2011). Canopy management and enzyme impacts on Merlot, Cabernet franc, and Cabernet Sauvignon. II. Wine composition and quality. *American journal of enology and viticulture*, 62(2), 152-168.
- Dorman, H. J. D., Peltoketo, A., Hiltunen, R., & Tikkanen, M. J. (2003). Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food chemistry*, 83(2), 255-262.
- Doshi, P., Adsule, P., Banerjee, K., & Oulkar, D. (2015). Phenolic compounds, antioxidant activity and insulinotropic effect of extracts prepared from grape (*Vitis vinifera* L.) by products. *Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 181–190.
- Finotti, E., & Di Majo, D. (2003). Influence of solvents on the antioxidant property of flavonoids. *Nahrung/Food*, 47(3), 186–187.
- Giusti, M.M., & Wrolstad, R.E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, (1), F1-2.
- Granato, D., Katayama, F.C.U., & Castro, I.A. (2010). Assessing the association between phenolic compounds and the antioxidant activity of Brazilian red wines using chemometrics. *LWT-Food Science and Technology*, 43, 1542-1549.
- Guerrini, L., Pantani, O.L., Politi, S., Angeloni, G., Masella, P., Calamai, L., & Parenti, A. (2019). Does bottle color protect red wine from photo-oxidation?. *Packaging Technology and Science*, 32(5), 259-265.
- He, F., Liang, N.N., Mu, L., Pan, Q.H., Wang, J., Reeves, M.J., & Duan, C.Q. (2012). Anthocyanins and their variation in red wines II. Anthocyanin derived pigments and their color evolution. *Molecules*, 17(2), 1483-1519.
- Huang, D.J., Ou, B.X., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J.A., & Prior, R.L. (2002). High-throughput assay of oxygen radical absorbance capacity (ORAC) using a multichannel liquid handling system coupled with a microplate fluorescence reader in 96-well format. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(16), 4437–4444.
- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(6), 1841-1856.
- OIV. (2015). Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis, Vol 1& 2.
- Obrique-Slier, E., López-Solís, R., Castro-Ulloa, L., Romero-Díaz, C., & Peña-Neira, Á. (2012). Phenolic composition and physicochemical parameters of Carménère, Cabernet Sauvignon, Merlot and Cabernet Franc grape seeds (*Vitis vinifera* L.) during ripening. *LWT-food Science and Technology*, 48(1), 134-141.
- Kalkan Yıldırım, H., & Şener, H. (2010). Farklı Mayşe Fermantasyon Sıcaklığı ve Süresinin Kırmızı Şarabın Cabernet Sauvignon Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 8(5), 12-19.
- Katalinić, V., Milos, M., Modun, D., Musić, I., & Boban, M. (2004). Antioxidant effectiveness of selected wines in comparison with (+)-catechin. *Food chemistry*, 86(4), 593-600.
- Kanner, J., Frankel, E., Granit, R., German, B., & Kinsella, E. (1994). Natural antioxidants in grapes and wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 64–69.
- Lachman, J., Šulc, M., Faitová, K., & Pivec, V. (2009). Major factors influencing antioxidant contents and antioxidant activity in grapes and wines. *International Journal of Wine Research*, 1, 101–121.
- Leal, C., Santos, R.A., Pinto, R., Queiroz, M., Rodrigues, M., Saavedra, M.J., Barros, A., & Gouvinhas, I. (2020). Recovery of bioactive compounds from white grape (*Vitis vinifera* L.) stems as potential antimicrobial agents for human health. *Saudi journal of biological sciences*, 27(4), 1009-1015.
- Lee, S.Y., Lee, S.J., Yim, D.G., & Hur, S.J. (2020). Changes in the content and bioavailability of onion quercetin and grape resveratrol during in vitro human digestion. *Foods*, 9(6), 694.
- López-Alarcón, C., & Lissi, E. (2006). A novel and simple ORAC methodology based on the interaction of Pyrogallol Red with peroxy radicals. *Free Radical Research*, 40(9), 979-985.
- Manini, P., Lino, V., Franchi, P., Gentile, G., Sibillano, T., Giannini, C., Picardi, E., Napolitano, A., Valgimigli, L., Chiappe, C., & d'Ischia, M. (2019). A Robust Fungal Allomelanin Mimic: An Antioxidant

- and Potent π -Electron Donor with Free-Radical Properties that can be Tuned by Ionic Liquids. *Chem Plus Chem*, 84(9), 1331-1337.
- McDonald, M.S., Hughes, M., Burns, J., Lean, M.E.J., Matthews, D., & Crozier, A. (1998). Survey of the free and conjugated myricetin and quercetin content of red wines of different geographical origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 368–375.
- Mercurio, M.D., Damberg, R.G., Herderich, M.J., & Smith, P.A. (2007). High throughput analysis of red wine and grape phenolics-adaptation and validation of methyl cellulose precipitable tannin assay and modified somers color assay to a rapid 96 well plate format. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(12), 4651–4657.
- Mercurio, M.D., & Smith, P.A. (2008). Tannin quantification in red grapes and wine: comparison of polysaccharide- and protein-based tannin precipitation techniques and their ability to model wine astringency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(14), 5528–5537.
- Merkytė, V., Longo, E., Windisch, G., & Boselli, E. (2020). Phenolic Compounds as Markers of Wine Quality and Authenticity. *Foods*, 9(12), 1785.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P.R., & Van Beek, T.A. (2004). Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food chemistry*, 85(2), 231-237.
- Minussi, R.C., Rossi, M., Bologna, L., Cordi, L., Rotilio, D., Pastore, G.M., & Duran, N. (2003). Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. *Food Chemistry*, 82, 409–416.
- Panceri, C.P., De Gois, J.S., Borges, D.L., & Bordignon-Luiz, M.T. (2015). Effect of grape dehydration under controlled conditions on chemical composition and sensory characteristics of Cabernet Sauvignon and Merlot wines. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 228-235.
- Pertuzatti, P.B., Mendonça, S.C., Alcoléa, M., Guedes, C.T., da Encarnação Amorim, F., Beckmann, A.P.S., Gama, L.G., & Américo, M.F. (2020). Bordo grape marc (*Vitis labrusca*): Evaluation of bioactive compounds in vitro and in vivo. *LWT*, 129, 109625.
- Pisoschi, A.M., Pop, A., Iordache, F., Stanca, L., Predoi, G., & Serban, A.I. (2021). Oxidative stress mitigation by antioxidants-an overview on their chemistry and influences on health status. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 209, 112891.
- Price, S.F., Breen, P.J., Valladao, M., & Watson, B.T. (1995). Cluster sun exposure and quercetin in Pinot noir grapes and wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46, 187–194.
- Prior, R. L., & Cao, G. (1999). In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. *Free radical biology and medicine*, 27(11-12), 1173-1181.
- Radonjic, S.S., Maras, V., & Kosmerl, T. (2019). The importance of total polyphenols content in red wine. *In The Third Mediterranean International Congress on Natural Sciences, Health Sciences and Engineering, Podgorica, Montenegro*.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of Enology, Vol. 2: The Chemistry of Wine*. Wiley: West Sussex. pp 1–441.
- Romero-Díez, R., Rodríguez-Rojo, S., Cocero, M.J., Duarte, C.M., Matias, A.A., & Bronze, M.R. (2018). Phenolic characterization of aging wine lees: Correlation with antioxidant activities. *Food chemistry*, 259, 188-195.
- Saint-Criq de Gaulejac, N., Provost, C., & Vivasoural, N. (1999). Comparative study of polyphenol scavenging activities assessed by different methods. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47, 425-431.
- Sartor, S., Caliarì, V., Malinovski, L.I., Toaldo, I.M., & Bordignon-Luiz, M.T. (2017). Bioactive profiling of polyphenolics and oenological properties of red wines from Italian grapes (*Vitis vinifera* L.) cultivated in a selected subtropical region. *International journal of food properties*, 20(2), 1319-1328.
- Singleton, V.L., & Rossi, J.J.A. (1965). Colorimetric of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–58.
- Snopek, L., Mlček, J., Fic, V., Hlaváčová, I., Škrovánková, S., Fišera, M., Velichová, H., & Ondrášová, M. (2018). Interaction of polyphenols and wine antioxidants with its Sulfur dioxide preservative. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 12, 180–185.
- Somers, T.C., & Evans, M.E. (1977). Spectral evaluation of young red wines: Anthocyanin equilibria, total phenolics, free and molecular SO₂, “chemical age. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28(3), 279–287.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Hawkins-Byrne, D. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assay for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 669–675.
- Trouillas, P., Calliste, C. A., Allais, D. P., Simon, A., Marfak, A., Delage, C., & Duroux, J. L. (2003). Antioxidant, anti-inflammatory and antiproliferative properties of sixteen water plant extracts used in the Limousin countryside as herbal

- teas. *Food chemistry*, 80(3), 399-407.
- Tufarelli, V., Casalino, E., D'Alessandro, A.G., & Laudadio, V. (2017). Dietary phenolic compounds: biochemistry, metabolism and significance in animal and human health. *Current drug metabolism*, 18(10), 905-913.
- Urvieta, R., Jones, G., Buscema, F., Bottini, R., & Fontana, A. (2021). Terroir and vintage discrimination of Malbec wines based on phenolic composition across multiple sites in Mendoza, Argentina. *Scientific reports*, 11(1), 1-13.
- Zafrilla, P., Morillas, J., Mulero, J., Cayuela, J.M., Martínez-Cachá, A., Pardo, F., & López Nicolás, J.M. (2003). Changes during storage in conventional and ecological wine: phenolic content and antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(16), 4694-4700.



Determination of Tolerant Genotypes Against Flood Stress in Spinach

Yeşim DAL CANBAR¹, Musa SEYMEN², Ayşe Özgür UNCU³, Önder TÜRKMEN⁴, Banu Çiçek ARI⁵

¹Horticulture Department of Agriculture Faculty, Selcuk University, Konya, Türkiye, ²Horticulture Department of Agriculture Faculty, Selcuk University, Konya, Türkiye, ³Department of Biotechnology, Necmettin Erbakan University, Konya, Türkiye, ⁴Horticulture Department of Agriculture Faculty, Selcuk University, Konya, Türkiye Adresi, ⁵Horticulture Department of Agriculture Faculty, Selcuk University, Konya, Türkiye

¹ <https://orcid.org/0000-0002-3806-6465>, ² <https://orcid.org/0000-0002-2742-137X>, ³ <https://orcid.org/0000-0001-6435-579X>

⁴ <https://orcid.org/0000-0003-3218-6551>, ⁵ <https://orcid.org/0000-0002-1578-8561>

✉: yesim.dal@selcuk.edu.tr, dalyesim@gmail.com

ABSTRACT

Abiotic stress factors generate negative effects on agricultural production daily. With the effect of global warming, the floods that have increased recently not only affected human life negatively but also caused great losses in plant development. For this reason, developing tolerant plants against flooding stress is the most critical approach reducing yield and quality losses. The present study aimed to determine the genotypes that are tolerant of flooding stress by using the agro-morphological and physiological characteristics of the commercial varieties and S5-level spinach breeding materials. In the study, 13-day flood stress was applied to 48 hybrid cultivars and 23 spinach genotypes at the S5 stage during the seedling period. As a result, in addition to the adverse effects of flood stress on plant growth, it was determined that the tolerance was different between genotypes. In the light of the results obtained, SWA0760 F1 among commercial varieties was found to be the most tolerant variety to flood stress. At the same time, genotypes 14, 9, 21, 15, 4 and 10 from breeding lines were promising genotypes that were tolerant to flooding stress. As a result, it is predicted that the inclusion of the genotypes used in the study as parents in hybrid cultivar breeding will make significant contributions to the development of tolerant cultivars against flood stress.

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 04.03.2022

Accepted : 01.06.2022

Keywords

Flooding stress

PCA

Physiology

Spinach

Breeding

Ispanakta Sel Baskını Stresine Karşı Tolerant Genotiplerin Belirlenmesi

ÖZET

Abiotik stres faktörleri gün geçtikçe tarımsal yetiştiricilikteki olumsuz etkilerini artırmaktadır. Küresel ısınmasında etkisi ile son zamanlarda artan sel baskınları insan hayatını olumsuz etkilediği gibi bitki gelişiminde de büyük kayıplara neden olmaktadır. Bu sebeple son zamanlarda sel baskını stresine karşı tolerant bitkilerin geliştirilmesi verim ve kalite kayıplarını azaltmada en önemli yaklaşımdır. Mevcut çalışmada bazı ticari çeşit ve gen havuzunda bulunan bazı ıspanak ıslah materyallerinin agro-morfolojik ve fizyolojik özelliklerinden sel baskını stresine tolerant genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, 48 adet hibrit çeşit ve S5 kademesinde olan 23 adet ıspanak genotiplerine fide döneminde 13 günlük sel baskını stresi uygulanmıştır. Tam sulanan kontrol bitkileri ile kıyaslanan stres koşullarında bitki gelişiminin olumsuz etkilenmesinin yanı sıra ıslah hatlarında ve ticari çeşitlerin toleranslılığının farklı olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında, ticari çeşitlerden SWA0760 F1 sel baskını stresine en tolerant çeşit olarak bulunurken, ıslah hatlarından 14, 9, 21, 15, 4 ve 10 numaralı genotipler sel baskını stresine tolerant ümitvar genotipler olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, elde edilen genotiplerin hibrit çeşit ıslahında ebeveyn olarak melezleme programlarına dahil edilmesi sel baskını stresine tolerant çeşit geliştirilmesinde önemli katkılar sağlayacağı görülmektedir.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Article History

Geliş Tarihi : 04.03.2022

Kabul Tarihi : 01.06.2022

Anahtar Kelimeler

Sel baskını stresi

TBA

Fizyoloji

Ispanak

Islah

To Cite :	Dal Canbar, Y., Seymen, M., Uncu, AÖ., Türkmen, Ö. & Arı, BÇ. (2023). Determination of Tolerant Genotypes Against Flood Stress in Spinach. <i>KSU J. Agric Nat</i> 26(4), 754-766. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1082694
Atf Şekli:	Dal Canbar, Y., Seymen, M., Uncu, AÖ., Türkmen, Ö. & Arı, BÇ. (2023). Ispanakta Sel Baskımı Stresine Karşı Tolerant Genotiplerin Belirlenmesi. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Dergi</i> 26(4), 754-766. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1082694

INTRODUCTION

Flooding stress has become one of the important stress factors limiting productivity in agriculture day by day (Jackson & Colmer, 2005; Hirabayashi et al., 2013). In the last 50 years, flooding stress and its destructive effects have tended to increase due to global climate change (Arnell & Liv, 2001; Hirabayashi et al., 2013; Sasidharan et al., 2018). It has been reported that this situation affects plant growth negatively, as well as severely reducing yield and quality (10-40%) (Hodgson & Chan, 1982; Bange et al., 2004; Patel et al., 2014). Flooding occurs in many parts of the world due to excessive and irregular rainfall and inadequate drainage. During flooding, oxygen and/or CO₂ shortages and high levels of ethylene accumulation occur in the plant root zone (Panda et al., 2008). In the root zone, lack of oxygen causes hypoxia or anoxia around the plant tissues during flooding, causing various internal changes in plants (Ishizawa et al., 1999; Geigenberger, 2003; Bailey-Serres & Chang, 2005). Flooding can seriously impair the performance of plants due to hypoxia in the plant rhizosphere (Gibbs & Greenway, 2003; Patel et al., 2014). As a result of, metabolic activities are inhibited, and ATP production decreases (Saglio et al., 1980; Panda & Barik, 2021). Reduced ATP production restricts the energy supply for root growth; thus, plant growth slows and stops completely (Drew, 1997; Bennett, 2003). In addition, changes such as respiratory changes, leaf chlorophyll content, and photosynthetic assimilation, especially in plants whose vegetative parts are consumed, occur during the flooding stress period (Patel et al., 2014).

Spinach (*Spinacia oleracea* L.) is one of the most consumed vegetable types in winter, especially in the northern hemisphere. Spinach, which is an excellent climate vegetable, is grown in an open field in spring, winter, and autumn periods in sub-tropical regions. At the same time, it is cultivated in spring or autumn periods in areas where the continental climate is dominant. Since the frequency and amount of rainfall are high in these periods, it affects productivity negatively, especially in the bottomlands (Seymen, 2021). Plant growth stage, flood time and duration, flood water status, field characteristics, plant species, and differences among genotypes significantly affect flood tolerance (Kozłowski, 1997). Many plant species, including spinach, are affected by flash floods, and morpho-physiological changes result from stress. On the other hand, it has been stated that flood-tolerant plants have the capability of decreasing the negative

impact rates of flooding with the multifaceted interactions of morphological, anatomical, and physiological adaptations (Kramer, 1951; Kozłowski & Pallardy, (1997). Investigating of flood tolerance mechanisms in plants will make essential contributions to productivity in agriculture (Xu et al., 2006; Singh et al., 2009). In this study, it was aimed to determine the tolerance rates of 71 spinach genotypes under flood stress conditions. This study will determine flood stress tolerance of spinach genotypes with a large gene pool for the first time. In addition to this, the tolerant status of commercially grown spinach varieties will be revealed. On the other hand, tolerant genotypes in the gene pool will be used as parents in cultivar breeding studies, allowing the development of tolerant cultivar candidates to flood stress.

MATERIALS and METHOD

The study was carried out in the glass greenhouses of Selçuk University, Faculty of Agriculture, between September 1- December 02, 2021. In the study, 48 hybrid cultivars and 23 spinach genotypes were used in level S5 (Table 1). Seeds of these genotypes were sown in plastic pots (350 cc) filled with the peat-perlite mixture. The study was planned to have two irrigation levels, control and flood, and a single harvest time. Three seeds were planted in each pot, and the seedlings were thinned by hand so that only one plant showing homogeneous growth was left when the emergence occurred. Cultural processes were applied equally to all applications throughout the experiment. Irrigation was given to all pots equally at 7-day intervals by measuring with a beaker until the flooding stress was established (18 November 2021). After this date, while the normal irrigation program was continued for control applications, in stress conditions, the drainages were closed, and flooding was created by irrigation up to the potting soil. During the 13-day flooding, the water that was lost due to the daily controls was applied to the pots again. Control and stress applications of all genotypes were harvested at once on 2 December 2021. The plant parts of the harvested plants were cut, and their roots were cleaned, and they were weighed, and the fresh plant weight (g) and root fresh weight (g) were determined. The fresh weights of the plant and root parts were dried in an oven at 72 °C. Plant dry weight (g) and root dry weight (g) were determined in the samples at a constant weight. In addition, the lengths (cm) of the root parts were determined. The fresh weight of the discs from the leaf samples was taken, and their turgor

weight was determined by saturating them with water. Then, after drying the samples in an oven at 80 °C for 48 hours, their dry weights were determined, and the relative water content (%) calculations were made according to Kaya et al. (2003). Then, the discs taken from the leaves were rinsed three times with distilled water, 10 ml of water was added, and EC values were measured after shaking them in a shaker at 25 °C for 24 hours. After the same samples were kept in an autoclave at 120 °C for 20 minutes, they were cooled to 25 °C and EC measurements were made again. Then, membrane damage (%) calculations were made

according to Lutts et al. (1996). In order to determine chlorophyll a, b, and carotenoids in the leaf samples, the samples were ground in 10 ml acetone and subsequently centrifuged at 15000 rpm. Then respectively readings, were made by spectrophotometric method at 663, 652, and 470 nm, chlorophyll a and b were determined according to Lichtenthaler and Buschmann (2001), and the number of carotenoids was determined according to the Jaspars formula (Witham et al., 1971).

Table 1. *The spinach genotypes and inbreeding generations in the study*

Tablo 1. *Çalışmada kullanılan ıspanak genotipleri ve ıslah kademeleri*

Genotype number	Genotype code	Genotype grade	Genotype number	Genotype code	Genotype grade
1	2k-13/1-1	S5	37	-	El Real F1
2	10b-52/3	S5	38	-	El Salvador F1
3	15k-1/1-2	S5	39	-	Yaman F1
4	19a-51/1-1	S5	40	-	Hudson F1
5	19b-52/1-2	S5	41	-	Green Gold F1
6	19c-33/1-1	S5	42	-	Amador F1
7	19k-42/1-2	S5	43	-	Şahmeran F1
8	31k-24/1-1	S5	44	-	Ayaz F1
9	32b-21/1-2	S5	45	-	Sprinter F1
10	32c-22/1-5	S5	46	-	Green Star F1
11	48e-12/1-2	S5	47	-	Reis F1
12	48k-42/1-5	S5	48	-	Sardes F1
13	49c-31/2-3	S5	49	-	Samuray F1
14	50b-51/1-1	S5	50	-	Apollo F1
15	51a-33/1-1	S5	51	-	Sayonora F1
16	53d-43/1-1	S5	52	-	Region F1
17	53k-12/1-3	S5	53	-	Revere F1
18	54k-33/2-2	S5	54	-	Spiros F1
19	55a-31/1-2	S5	55	-	Rembrant F1
20	56k-52/2-1	S5	56	-	Shelby F1
21	58a-2/2-1	S5	57	-	Ranchero F1
22	63k-21/2-2	S5	58	-	Matador F1
23	67c-41/1-2	S5	59	-	Nebraska F1
24	-	Tiger F1	60	-	Vena F1
25	-	Red Kitten F1	61	-	Catrina F1
26	-	Hynea F1	62	-	SV1714VC F1
27	-	Silverwhale	63	-	Matador
28	-	Racoon F1	64	-	SV1748VC F1
29	-	Parrot F1	65	-	S044 F1
30	-	Harrier F1	66	-	Midway F1
31	-	Antelope F1	67	-	SWA0760 F1
32	-	Pigeon F1	68	-	Java F1
33	-	Kookaburra F1	69	-	Aras F1
34	-	Manatee F1	70	-	Anemon F1
35	-	Gazelle F1	71	-	Anlani F1
36	-	El Tajin F1			

Percentage changes were determined by taking the numerical differences of agro-morphological and physiological parameters obtained from flooding stress and control applications of different spinach genotypes. On the other hand, principal component analyses were performed in the JMP-14 package

program to reveal essential results in the interpretation of multiple values, and tolerant genotypes were tried to be determined as well as to determine the parameters that indicate significant changes between genotypes (Seymen, 2021).

RESULTS and DISCUSSION

The Effect of Flooding Stress on Agro-Morphological Parameters

It was observed that the flooding stress applied to the spinach genotypes in the present study had significant effects on agro-morphological and physiological parameters. When Table 1 is examined, the average plant fresh weight was found to be 2.844 g, while the applied flooding stress caused a 19% decrease in spinach cultivar and genotypes. While the genotype with the highest decrease in plant weight was obtained from the number 46 by 91%, the highest increase was obtained from the number 67 by 72%. It reduced the average subsoil fresh weight by 17% under flooding conditions in spinach. The genotype with the highest decrease was found in genotype 38 by 90%, while the highest increase was found in Revere F1 (53) hybrid variety by 86%. In addition, the effect of flooding stress did not cause a decrease in the plant and root fresh weights of genotypes 21, 62, 5 and 72. As in Table 2, the negative effect of flooding stress on subsoil dry weights was seen by a 58% decrease in genotype 8. In addition, the genotype that experienced the least affected by flooding stress was hybrid number 61 with an increase of 75%. Likewise, flood stress caused a 22% decrease in average subsoil dry weight. Spinach is grown mainly for its fresh leaves, and the number of leaves per plant and leaf size; therefore, leaf weight determines the total yield. Flooding stress reveals the mechanism of hypoxia conditions and the formation of adventitious roots in the soil (Kawase, 1981). Due to this situation, the average plant root length was 13.27 cm, while the applied flooding stress caused a 36% decrease in the plant root length of spinach. While the much more decrease was observed in genotype 69 by 90%, the highest increase was obtained in genotype 11 by 33% (Table 2). Under flooding conditions, plant roots are in a state of hypoxia, their metabolic activities are inhibited, and ATP production is reduced (Saglio et al., 1980). Decreased ATP production restricts the energy supply for root growth, thereby reducing vegetative growth (Liao & Lin, 2001). This high variability for the above parameters can form the basis for the effective selection of superior genotypes. Rezvani et al. (2012), on the other hand, reported that the flooding stress had negative effects on the fresh and dry weight of the saffron plant and the fresh and dry weight of the root. Likewise, Grichko and Glick (2001) reported that flooding stress had a negative effect on the fresh and dry weight of the plant part of tomatoes in their study on tomatoes.

The Effect of Flood Stress on Physiological Parameters

It has been determined that flooding stress significantly affects on relative water content (RWC) and membrane damage. When the impacts of flooding stress was evaluated in the control application, the amount of RWC decreased by 20% (average decrease)

(Table 3). The genotype with the peak sensitivity was found to be 45 (Sprinter F1), with a decrease of 89%. While the amount of membrane damage did not change much in the control application during the harvest period, greater membrane damage was obtained in the flooding stress application (Table 3). Xu and Leskovar (2015) found that drought stress decreased the amount of RWC in their study similar to spinach. Seymen (2021) found that the RWC rate increased with flooding stress in his study on spinach. Yadav and Hemantaranjan (2017) demonstrated that flooding stress decreased membrane damage in mungbean. The obtained results are thought to be affected by the cumulative effect of plant species, soil, and environmental conditions from this discussion (Boyer et al., 2008; Parkash & Singh, 2020). It has also been reported that the effect of flooding stress varies between species (Seymen, 2021). On the other hand, physiological variables also cause significant changes in the type and duration of stress. Under flooding stress conditions, short-term stress conditions increase the RWC rate by causing less water uptake from the root, while in longer-term stress conditions, it causes a decrease in the amount of RWC due to membrane damage.

As a result of the present study, it was observed significant effect in the contents of chlorophyll a (chl a), chlorophyll b (chl b), and carotenoid physiological parameters obtained by flood stress. Compared to the control application, significant decreases were observed in the mean chl a, chl b and carotenoid contents under flood stress by 21%, 19% and 16%, respectively. Genotype 1 demonstrated the most significant difference in chl a and chl b contents, with a decrease of 75% and 74%, respectively. Studies have reported that the amount of photosynthetic pigments grouped as chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids in flooded plants vary depending on the species, the type and duration of stress, the stage of the plant's life cycle, the concentration of stress, and the difference in genotype (Foyer & Shigeoka, 2011; Zhigou & Derrick M, 2012; Tian et al., 2021). Therefore, they reported that chlorophyll content decreased due to flood stress, damage to the chloroplast membrane and its structure, photo-oxidation of chlorophyll, increased chlorophyllase activity, and suppression of chlorophyll biosynthesis (Kingston-Smith & Foyer, 2000; Kabiri et al., 2014). In this sense, the amount of chlorophyll decreased due to the deficiencies observed in leaf and plant development and flooding stress. Similarly, decreases in chlorophyll and carotene contents were observed under flood stress in spinach (Seymen, 2021), tomatoes (Ezin et al., 2010; Bhatt et al., 2015; Rasheed et al., 2018) and cabbage (Brazel et al., 2021). When the results obtained in this study were evaluated, it was seen that flood stress negatively affected the amount of chlorophyll.

Table 2. '% ' changes obtained using agro-morphological traits among spinach genotypes under flood stress conditions

Tablo 2. Sel baskımı stres koşulları altında ıspanak genotipleri arasında agro-morfolojik özellikler kullanılarak elde edilen '% 'değişimler

Genotype no	Genotype code	Plant fresh weight(g)			Root fresh weight (g)			Plant dry weights (g)			Root dry weights (g)			Root lengths (cm)		
		Control	Flooding	Difference(%)	Control	Flooding	%	Control	Flooding	%	Control	Flooding	%	Control	Flooding	%
1	2k-13/1-1	2.90	1.88	-0.35	0.36	0.31	-0.16	0.49	0.38	-0.22	0.06	0.05	-0.05	6.33	5.83	-0.08
2	10b-52/3	2.84	2.46	-0.14	0.38	0.25	-0.33	0.42	0.36	-0.15	0.05	0.04	-0.09	7.17	5.67	-0.21
3	15k-1/1-2	3.67	2.92	-0.20	0.37	0.33	-0.10	0.58	0.47	-0.19	0.06	0.05	-0.20	7.83	5.00	-0.36
4	19a-51/1-1	3.26	3.48	0.07	0.33	0.29	-0.11	0.49	0.54	0.08	0.05	0.05	-0.06	5.58	7.25	0.30
5	19b-52/1-2	3.26	1.92	-0.41	0.24	0.24	0.00	0.49	0.32	-0.35	0.05	0.03	-0.33	6.42	4.50	-0.30
6	19c-33/1-1	2.72	1.75	-0.36	0.41	0.28	-0.31	0.46	0.35	-0.24	0.07	0.03	-0.54	7.83	3.25	-0.59
7	19k-42/1-2	2.56	1.51	-0.41	0.37	0.25	-0.33	0.28	0.28	0.00	0.05	0.03	-0.46	7.83	3.50	-0.55
8	31k-24/1-1	3.92	1.35	-0.66	0.29	0.15	-0.48	0.59	0.25	-0.58	0.06	0.03	-0.51	10.50	5.08	-0.52
9	32b-21/1-2	2.66	3.14	0.18	0.24	0.38	0.63	0.37	0.43	0.16	0.04	0.04	0.09	6.65	3.65	-0.45
10	32c-22/1-5	2.45	2.00	-0.18	0.25	0.25	0.01	0.42	0.44	0.05	0.04	0.05	0.17	8.17	5.25	-0.36
11	48e-12/1-2	3.08	2.11	-0.32	0.24	0.30	0.23	0.44	0.46	0.03	0.04	0.05	0.25	5.00	6.67	0.33
12	48k-42/1-5	2.59	2.18	-0.16	0.19	0.19	-0.05	0.38	0.45	0.17	0.03	0.03	0.01	6.88	5.75	-0.16
13	49c-31/2-3	2.45	2.96	0.21	0.18	0.31	0.77	0.37	0.46	0.25	0.03	0.06	0.82	7.25	5.00	-0.31
14	50b-51/1-1	1.60	1.57	-0.02	0.14	0.25	0.82	0.21	0.27	0.27	0.02	0.03	0.40	7.50	9.50	0.27
15	51a-33/1-1	2.92	3.23	0.11	0.39	0.44	0.12	0.47	0.57	0.21	0.06	0.08	0.37	16.00	13.08	-0.18
16	53d-43/1-1	3.20	2.66	-0.17	0.28	0.37	0.34	0.65	0.49	-0.25	0.06	0.07	0.18	5.75	7.20	0.25
17	53k-12/1-3	3.83	4.77	0.24	0.29	0.51	0.73	0.63	0.75	0.19	0.05	0.08	0.61	9.25	10.10	0.09
18	54k-33/2-2	3.84	2.73	-0.29	0.26	0.32	0.23	0.66	0.55	-0.17	0.05	0.02	-0.49	6.58	4.92	-0.25
19	55a-31/1-2	2.80	2.23	-0.20	0.26	0.23	-0.13	0.38	0.48	0.27	0.05	0.01	-0.80	6.25	3.33	-0.47
20	56k-52/2-1	2.11	1.68	-0.20	0.12	0.10	-0.17	0.32	0.28	-0.15	0.03	0.02	-0.29	5.33	4.00	-0.25
21	58a-2/2-1	2.35	2.35	0.00	0.51	0.55	0.09	0.39	0.58	0.46	0.07	0.08	0.09	19.50	7.17	-0.63
22	63k-21/2-2	3.55	2.00	-0.44	0.29	0.20	-0.31	0.53	0.52	-0.03	0.06	0.05	-0.12	9.42	5.33	-0.43
23	67c-41/1-2	4.47	2.62	-0.41	1.29	0.29	-0.77	0.65	0.54	-0.17	0.16	0.05	-0.70	25.33	5.25	-0.79
24	Tiger F1	3.81	1.18	-0.69	0.91	0.11	-0.88	0.54	0.26	-0.53	0.09	0.02	-0.82	19.80	2.83	-0.86
25	Red Kitten F1	3.40	2.36	-0.31	1.13	0.36	-0.68	0.60	0.38	-0.37	0.14	0.06	-0.57	18.20	5.58	-0.69
26	Hynea F1	2.05	1.00	-0.51	0.34	0.19	-0.43	0.36	0.23	-0.36	0.04	0.02	-0.50	17.00	21.80	0.28
27	Silverwhale	2.80	1.98	-0.29	0.86	0.35	-0.59	0.32	0.24	-0.24	0.10	0.04	-0.56	25.00	9.08	-0.64
28	Racoon F1	3.37	1.92	-0.43	1.15	0.27	-0.77	0.53	0.33	-0.38	0.12	0.04	-0.69	18.42	4.25	-0.77
29	Parrot F1	2.26	2.37	0.05	0.17	0.21	0.21	0.36	0.43	0.18	0.03	0.03	0.23	8.92	6.33	-0.29
30	Harrier F1	2.59	2.15	-0.17	0.18	0.20	0.06	0.45	0.45	0.01	0.04	0.02	-0.53	7.67	4.92	-0.36
31	Antelope F1	2.66	2.41	-0.10	0.46	0.37	-0.18	0.45	0.45	-0.01	0.09	0.06	-0.36	21.10	6.50	-0.69
32	Pigeon F1	2.32	1.99	-0.14	0.56	0.23	-0.59	0.38	0.36	-0.06	0.08	0.04	-0.50	17.92	4.67	-0.74
33	Kookaburra F1	1.81	2.33	0.29	0.41	0.18	-0.56	0.33	0.49	0.51	0.06	0.04	-0.24	15.33	4.25	-0.72
34	Manatee F1	2.63	2.16	-0.18	0.62	0.24	-0.61	0.50	0.39	-0.22	0.09	0.04	-0.56	18.92	5.75	-0.70
35	Gazelle F1	2.08	2.14	0.03	0.45	0.46	0.02	0.38	0.40	0.06	0.07	0.05	-0.18	18.42	6.92	-0.62

36	El Tajin F1	2.18	2.03	-0.07	0.75	0.37	-0.50	0.44	0.41	-0.08	0.10	0.06	-0.40	21.90	8.83	-0.60
37	El Real F1	1.79	1.31	-0.27	0.66	0.14	-0.79	0.30	0.26	-0.13	0.08	0.02	-0.72	14.08	7.08	-0.50
38	El Salvador F1	1.92	0.90	-0.53	1.41	0.14	-0.90	0.32	0.16	-0.49	0.16	0.01	-0.91	17.25	5.50	-0.68
39	Yaman F1	3.93	2.27	-0.42	0.48	0.36	-0.25	0.63	0.49	-0.23	0.09	0.06	-0.29	16.00	5.75	-0.64
40	Hudson F1	4.08	4.18	0.02	0.55	0.80	0.44	0.69	0.79	0.14	0.09	0.10	0.09	16.08	17.17	0.07
41	Green Gold F1	3.49	2.11	-0.40	0.64	0.27	-0.57	0.54	0.36	-0.33	0.08	0.04	-0.49	16.83	11.58	-0.31
42	Amador F1	2.94	2.62	-0.11	0.65	0.39	-0.40	0.50	0.49	-0.01	0.09	0.07	-0.26	18.83	8.33	-0.56
43	Şahmeran F1	3.57	0.32	-0.91	0.57	0.35	-0.39	0.67	0.56	-0.17	0.10	0.07	-0.36	12.08	10.08	-0.17
44	Ayaz F1	4.45	3.41	-0.23	0.56	0.41	-0.26	0.78	0.59	-0.24	0.10	0.09	-0.13	16.42	13.30	-0.19
45	Sprinter F1	2.64	3.10	0.17	0.30	0.51	0.69	0.48	0.51	0.06	0.06	0.06	0.03	10.92	13.25	0.21
46	Green Star F1	3.48	2.69	-0.23	0.20	0.37	0.85	0.54	0.51	-0.07	0.10	0.06	-0.40	11.08	6.58	-0.41
47	Reis F1	3.39	2.94	-0.13	0.46	0.34	-0.25	0.54	0.60	0.10	0.06	0.06	-0.08	10.30	5.60	-0.46
48	Sardes F1	1.86	1.39	-0.25	0.41	0.17	-0.58	0.32	0.25	-0.20	0.05	0.03	-0.46	14.33	4.70	-0.67
49	Samuray F1	2.31	1.22	-0.47	0.76	0.18	-0.76	0.42	0.22	-0.49	0.09	0.03	-0.68	18.20	5.58	-0.69
50	Apollo F1	2.44	2.61	0.07	0.66	0.32	-0.51	0.39	0.44	0.12	0.08	0.05	-0.43	19.10	7.00	-0.63
51	Sayonora F1	3.51	1.79	-0.49	0.58	0.21	-0.63	0.56	0.42	-0.24	0.08	0.04	-0.50	16.75	3.83	-0.77
52	Region F1	2.84	1.78	-0.37	0.53	0.31	-0.41	0.47	0.36	-0.23	0.08	0.05	-0.37	13.20	6.58	-0.50
53	Revere F1	2.86	2.71	-0.05	0.22	0.41	0.86	0.45	0.50	0.11	0.04	0.06	0.54	9.70	9.17	-0.05
54	Spiros F1	2.75	1.88	-0.32	0.19	0.27	0.39	0.43	0.40	-0.08	0.04	0.05	0.40	5.97	5.67	-0.05
55	Rembrant F1	2.76	1.98	-0.28	0.25	0.26	0.04	0.48	0.44	-0.10	0.05	0.05	-0.01	7.25	6.00	-0.17
56	Shelby F1	3.35	2.95	-0.12	0.67	0.42	-0.37	0.53	0.44	-0.18	0.08	0.06	-0.20	13.33	8.58	-0.36
57	Ranchero F1	3.25	2.89	-0.11	0.37	0.35	-0.05	0.54	0.47	-0.13	0.04	0.06	0.24	10.08	7.58	-0.25
58	Matador F1	2.73	1.89	-0.31	0.33	0.25	-0.26	0.48	0.39	-0.20	0.06	0.04	-0.30	13.80	8.17	-0.41
59	Nebraska F1	2.17	2.18	0.00	0.38	0.29	-0.23	0.39	0.40	0.05	0.06	0.05	-0.25	18.12	8.40	-0.54
60	Vena F1	2.45	3.04	0.24	0.46	0.42	-0.07	0.46	0.44	-0.05	0.06	0.08	0.32	16.42	12.83	-0.22
61	Catrina F1	1.95	3.35	0.72	0.46	0.48	0.05	0.31	0.54	0.75	0.06	0.07	0.24	12.25	15.92	0.30
62	SV1714VC F1	2.78	1.48	-0.47	0.93	0.40	-0.57	0.50	0.32	-0.36	0.11	0.06	-0.44	24.42	5.20	-0.79
63	Matador	2.17	1.46	-0.33	0.89	0.11	-0.87	0.35	0.22	-0.37	0.10	0.02	-0.81	21.75	2.25	-0.90
64	SV1748VC F1	2.68	1.86	-0.30	1.06	0.17	-0.84	0.41	0.31	-0.24	0.11	0.03	-0.75	20.25	3.92	-0.81
65	S044 F1	2.97	2.12	-0.28	1.06	0.90	-0.15	0.46	0.31	-0.33	0.13	0.09	-0.35	20.50	12.83	-0.37
66	Midway F1	3.29	2.84	-0.14	0.81	0.81	0.00	0.58	0.49	-0.15	0.11	0.10	-0.11	12.25	13.50	0.10
67	SWA0760 F1	2.78	2.80	0.01	0.56	0.65	0.16	0.46	0.41	-0.12	0.06	0.05	-0.20	12.75	9.25	-0.27
68	Java F1	2.78	2.07	-0.26	0.53	0.61	0.14	0.42	0.33	-0.21	0.07	0.08	0.10	14.25	13.00	-0.09
69	Aras F1	2.36	2.04	-0.14	0.40	0.37	-0.09	0.37	0.33	-0.10	0.07	0.05	-0.22	8.00	8.50	0.06
70	Anemon F1	2.34	1.84	-0.21	0.36	0.24	-0.33	0.37	0.31	-0.17	0.05	0.04	-0.34	15.67	7.67	-0.51
71	Anlani F1	1.86	2.26	0.21	0.26	0.25	-0.04	0.78	0.37	-0.52	0.04	0.03	-0.19	15.08	8.92	-0.41
	<i>mean±SE</i>	2.84±0.08	2.25±0.09	-19±3%	0.50±0.03	0.33±0.02	17±5%	0.47±0.01	0.41±0	-9±3%	0.07±0	0.05±0	22±4%	13.33±0.66	7.43±0.43	36±4%
	<i>SD</i>	0.66	0.74	26%	0.29	0.16	45%	0.12	0.12	25%	0.03	0.02	37%	5.54	3.65	32%
	<i>min.</i>	1.60	0.32	-91%	0.12	0.10	-90%	0.21	0.16	-58%	0.02	0.01	-91%	5.00	2.25	-90%
	<i>max.</i>	4.47	4.77	72%	1.41	0.90	86%	0.78	0.79	75%	0.16	0.10	82%	25.33	21.80	33%

Table 3: '%' changes obtained using physiological characteristics between spinach genotypes under flood stress conditions
Tablo 3: Sel baskımı stres koşulları altında ıspanak genotipleri arasında fizyolojik özellikler kullanılarak elde edilen '%' değişimler

Genotype number	Genotype code	Membran damage			RWC			chl a			chl b			carotenoid		
		Control	Flooding	%	Control	Flooding	%	Control	Flooding	%	Control	Flooding	%	Control	Flooding	%
1	2k-13/1-1	17.49	17.94	3%	104.42	43.58	-58%	22.32	5.54	-75%	14.74	3.83	-74%	3.41	1.17	-66%
2	10b-52/3	13.62	13.77	1%	82.01	47.14	-43%	21.77	21.28	-2%	14.01	14.09	1%	3.14	3.23	3%
3	15k-1/1-2	12.42	11.85	-5%	75.01	27.32	-64%	20.13	9.38	-53%	13.20	6.63	-50%	2.61	1.78	-32%
4	19a-51/1-1	16.40	10.50	-36%	90.78	23.12	-75%	12.96	9.22	-29%	9.11	6.18	-32%	1.78	1.92	8%
5	19b-52/1-2	11.24	10.09	-10%	85.76	23.18	-73%	17.31	16.42	-5%	11.45	10.96	-4%	2.24	2.73	22%
6	19c-33/1-1	14.33	18.41	28%	88.57	66.42	-25%	26.34	8.54	-68%	18.80	5.86	-69%	5.51	1.40	-75%
7	19k-42/1-2	11.23	17.75	58%	179.09	124.11	-31%	12.78	6.65	-48%	8.09	4.52	-44%	1.93	1.47	-24%
8	31k-24/1-1	13.54	8.43	-38%	132.96	63.59	-52%	13.90	11.57	-17%	9.87	8.01	-19%	2.21	2.64	20%
9	32b-21/1-2	10.99	14.58	33%	136.64	100.89	-26%	11.02	8.68	-21%	6.97	5.40	-22%	1.77	1.63	-8%
10	32c-22/1-5	13.32	26.51	99%	133.88	63.56	-53%	8.93	9.54	7%	6.27	6.16	-2%	1.40	1.90	36%
11	48e-12/1-2	12.19	15.71	29%	128.20	116.78	-9%	19.93	6.49	-67%	13.88	4.14	-70%	3.03	1.59	-48%
12	48k-42/1-5	11.57	12.19	5%	117.14	152.26	30%	22.26	16.97	-24%	28.50	22.71	-20%	-0.81	-0.34	-59%
13	49c-31/2-3	13.40	11.07	-17%	73.67	106.14	44%	23.19	18.07	-22%	31.45	22.78	-28%	-5.39	-0.33	-94%
14	50b-51/1-1	12.48	12.99	4%	137.37	112.44	-18%	15.05	9.40	-38%	9.35	6.19	-34%	2.38	1.58	-33%
15	51a-33/1-1	11.26	10.99	-2%	82.85	115.39	39%	15.24	16.31	7%	9.28	15.12	63%	2.20	1.24	-44%
16	53d-43/1-1	12.17	14.89	22%	110.23	101.13	-8%	20.96	13.03	-38%	13.24	8.00	-40%	3.30	2.44	-26%
17	53k-12/1-3	11.52	10.58	-8%	110.79	110.11	-1%	22.11	9.70	-56%	17.88	6.55	-63%	2.48	1.80	-27%
18	54k-33/2-2	10.96	20.77	90%	124.03	85.29	-31%	19.17	16.70	-13%	12.84	10.61	-17%	2.87	3.11	8%
19	55a-31/1-2	10.48	8.77	-16%	123.31	79.51	-36%	17.90	14.38	-20%	11.36	9.38	-17%	2.71	3.10	15%
20	56k-52/2-1	10.73	11.03	3%	163.60	118.55	-28%	24.28	11.97	-51%	15.79	6.38	-60%	3.57	2.25	-37%
21	58a-2/2-1	17.05	13.55	-20%	161.69	98.49	-39%	26.44	19.80	-25%	19.56	13.79	-30%	3.35	3.77	12%
22	63k-21/2-2	15.92	15.91	0%	84.51	95.91	13%	25.20	21.06	-16%	18.64	13.90	-25%	3.13	3.22	3%
23	67c-41/1-2	13.42	11.56	-14%	145.56	109.15	-25%	25.20	25.08	0%	17.96	19.22	7%	3.47	4.34	25%
24	Tiger F1	11.47	11.76	3%	135.86	101.63	-25%	32.36	18.92	-42%	30.99	14.45	-53%	3.64	2.35	-35%
25	Red Kitten F1	11.65	17.73	52%	129.15	103.00	-20%	22.50	11.56	-49%	15.23	9.26	-39%	3.29	1.88	-43%
26	Hynea F1	10.26	12.64	23%	139.16	99.81	-28%	24.64	16.97	-31%	17.45	11.71	-33%	3.35	2.73	-18%
27	Silverwhale	10.82	17.82	65%	132.61	90.29	-32%	26.69	15.11	-43%	20.61	12.77	-38%	3.29	2.28	-31%
28	Racoon F1	16.08	27.75	73%	124.89	107.23	-14%	29.41	16.83	-43%	31.73	12.12	-62%	2.77	1.24	-55%
29	Parrot F1	10.90	21.36	96%	138.96	92.65	-33%	20.69	7.57	-63%	13.90	5.30	-62%	3.25	1.49	-54%
30	Harrier F1	10.60	20.99	98%	143.96	98.68	-31%	30.97	12.48	-60%	24.48	8.90	-64%	4.30	1.58	-63%
31	Antelope F1	13.05	13.46	3%	129.07	122.10	-5%	12.50	10.63	-15%	8.45	7.45	-12%	2.10	1.94	-8%
32	Pigeon F1	11.42	21.79	91%	122.58	71.01	-42%	19.89	11.49	-42%	14.18	8.03	-43%	2.91	2.52	-13%
33	Kookaburra F1	12.60	23.82	89%	119.40	66.06	-45%	13.88	10.68	-23%	9.26	7.48	-19%	2.26	2.25	-1%
34	Manatee F1	11.82	16.37	39%	142.24	104.25	-27%	25.45	15.06	-41%	18.21	9.94	-45%	4.06	2.85	-30%
35	Gazelle F1	15.37	17.22	12%	120.51	81.21	-33%	21.65	11.08	-49%	14.05	6.54	-53%	3.82	2.97	-22%

36	El Tajin F1	12.31	12.08	-2%	135.35	122.41	-10%	22.80	18.68	-18%	14.59	11.21	-23%	3.79	3.28	-14%
37	El Real F1	18.94	10.73	-43%	109.14	133.91	23%	11.30	15.71	39%	5.63	8.23	46%	2.98	3.13	5%
38	El Salvador F1	11.14	11.48	3%	96.31	112.24	17%	19.76	19.23	-3%	10.35	10.81	4%	3.97	3.65	-8%
39	Yaman F1	10.82	15.31	41%	77.31	82.81	7%	17.11	17.65	3%	9.14	9.56	5%	3.55	4.10	16%
40	Hudson F1	11.28	13.45	19%	78.13	75.03	-4%	24.21	17.81	-26%	13.05	8.55	-35%	4.45	3.72	-16%
41	Green Gold F1	12.01	12.14	1%	71.50	42.83	-40%	13.48	17.42	29%	6.05	8.92	47%	3.10	3.81	23%
42	Amador F1	13.68	23.57	72%	75.04	66.08	-12%	24.55	19.50	-21%	14.26	10.79	-24%	5.02	3.67	-27%
43	Şahmeran F1	15.52	14.59	-6%	77.42	61.86	-20%	32.43	27.73	-14%	32.67	19.66	-40%	4.25	4.19	-1%
44	Ayaz F1	15.68	15.44	-2%	77.01	64.59	-16%	24.30	12.46	-49%	16.10	8.38	-48%	3.49	1.98	-43%
45	Sprinter F1	11.24	17.03	51%	497.38	55.82	-89%	20.28	13.29	-34%	13.24	9.12	-31%	2.97	2.45	-18%
46	Green Star F1	16.98	12.27	-28%	72.40	72.22	0%	16.38	17.39	6%	10.86	11.40	5%	2.71	2.81	4%
47	Reis F1	15.42	17.05	11%	78.12	52.23	-33%	27.36	15.03	-45%	19.93	10.03	-50%	3.98	2.75	-31%
48	Sardes F1	14.42	26.85	86%	73.34	61.27	-16%	25.04	11.20	-55%	16.92	7.80	-54%	3.53	2.26	-36%
49	Samuray F1	13.92	23.98	72%	71.74	61.23	-15%	15.88	10.01	-37%	10.66	7.22	-32%	2.58	2.28	-12%
50	Apollo F1	15.71	13.75	-12%	82.24	70.32	-14%	10.83	12.18	12%	7.59	8.41	11%	1.73	1.90	10%
51	Sayonora F1	14.76	28.04	90%	80.52	56.58	-30%	23.17	13.52	-42%	15.53	9.46	-39%	3.32	2.38	-28%
52	Region F1	10.87	14.60	34%	81.77	58.24	-29%	12.18	15.64	28%	7.94	13.81	74%	1.99	1.61	-19%
53	Revere F1	13.88	10.27	-26%	76.78	69.38	-10%	19.69	7.74	-61%	12.08	5.09	-58%	2.98	1.24	-58%
54	Spiros F1	10.92	12.46	14%	80.80	67.48	-16%	12.29	16.66	36%	8.36	11.20	34%	1.90	2.71	43%
55	Rembrandt F1	11.45	12.31	7%	80.55	65.40	-19%	11.45	10.15	-11%	7.42	6.68	-10%	1.76	1.65	-6%
56	Shelby F1	11.62	15.22	31%	76.94	77.42	1%	21.97	22.45	2%	14.50	18.49	28%	3.58	3.22	-10%
57	Ranchero F1	10.14	14.27	41%	77.44	72.00	-7%	15.17	13.78	-9%	10.40	9.51	-9%	2.59	2.53	-2%
58	Matador F1	19.91	9.63	-52%	80.23	58.06	-28%	14.96	18.52	24%	9.47	13.97	48%	2.36	2.42	2%
59	Nebraska F1	14.73	10.39	-29%	75.57	68.77	-9%	21.65	14.78	-32%	14.67	9.96	-32%	3.50	2.37	-32%
60	Vena F1	12.64	10.89	-14%	82.25	76.77	-7%	22.90	13.72	-40%	14.71	9.30	-37%	3.64	2.07	-43%
61	Catrina F1	10.70	11.80	10%	90.46	73.65	-19%	17.80	20.65	16%	12.53	12.92	3%	2.69	3.18	18%
62	SV1714VC F1	11.62	12.47	7%	83.77	68.50	-18%	16.17	11.39	-30%	10.43	7.70	-26%	2.49	2.00	-20%
63	Matador	11.97	17.05	42%	80.15	55.70	-31%	12.71	12.48	-2%	8.71	7.92	-9%	2.93	2.22	-24%
64	SV1748VC F1	19.44	12.40	-36%	84.04	59.57	-29%	15.33	16.74	9%	10.10	11.46	13%	2.45	2.97	21%
65	S044 F1	10.82	12.05	11%	80.83	72.99	-10%	12.05	14.67	22%	7.15	9.07	27%	2.08	2.50	20%
66	Midway F1	12.01	12.69	6%	81.66	80.99	-1%	18.64	21.06	13%	11.37	19.53	72%	3.13	2.64	-16%
67	SWA0760 F1	14.14	11.89	-16%	67.68	73.60	9%	16.20	12.45	-23%	9.35	6.95	-26%	3.13	2.47	-21%
68	Java F1	11.09	12.17	10%	78.98	70.79	-10%	22.96	10.13	-56%	16.10	5.16	-68%	3.28	2.19	-33%
69	Aras F1	11.19	21.63	93%	75.22	56.75	-25%	12.80	19.78	55%	6.65	10.93	64%	2.68	3.95	47%
70	Anemon F1	10.78	11.08	3%	85.17	67.49	-21%	12.98	16.19	25%	6.10	8.10	33%	2.86	3.23	13%
71	Anlani F1	13.23	14.48	9%	82.96	71.58	-14%	25.08	12.80	-49%	13.99	6.08	-57%	4.57	2.82	-38%
	<i>mean±SE</i>	<i>13±0.28</i>	<i>15.07±0.56</i>	<i>19±5%</i>	<i>107±6.5</i>	<i>80±3.12</i>	<i>-20±3%</i>	<i>19.6±0.67</i>	<i>14.43±0.54</i>	<i>21±3%</i>	<i>13.8±0.74</i>	<i>10±0.5</i>	<i>-19±4%</i>	<i>2.9±0.16</i>	<i>2.42±0.11</i>	<i>-16±3%</i>
	<i>SD</i>	<i>2.34</i>	<i>4.76</i>	<i>39%</i>	<i>54.74</i>	<i>26.31</i>	<i>24%</i>	<i>5.67</i>	<i>4.56</i>	<i>29%</i>	<i>6.26</i>	<i>4.19</i>	<i>37%</i>	<i>1.36</i>	<i>0.91</i>	<i>29%</i>
	<i>min.</i>	<i>10.14</i>	<i>8.43</i>	<i>-52%</i>	<i>67.68</i>	<i>23.12</i>	<i>-89%</i>	<i>8.93</i>	<i>5.54</i>	<i>-75%</i>	<i>5.63</i>	<i>3.83</i>	<i>-74%</i>	<i>-5.39</i>	<i>-0.34</i>	<i>-94%</i>
	<i>max.</i>	<i>19.91</i>	<i>28.04</i>	<i>99%</i>	<i>497.38</i>	<i>152.26</i>	<i>44%</i>	<i>32.43</i>	<i>27.73</i>	<i>55%</i>	<i>32.67</i>	<i>22.78</i>	<i>74%</i>	<i>5.51</i>	<i>4.34</i>	<i>47%</i>

PcA Analysis

PCA has been reported to be a very practical statistical analysis as it simultaneously analyzes quantitative and qualitative features and is used by many researchers (Dehghani et al., 2008; Eftekhari et al., 2010; Everitt & Dunn, 2010; Sabaghnia et al., 2011). In the current study, when we examined the genotypes one by one in terms of agro-morphological and physiological parameters, the study was explained in two components. According to the evaluated criteria, PC produces the critical value of each factor called "Eigenvalue", "Eigenvalue" values greater than one were taken into (Brejda et al., 2000) account and helped to reduce data complexity in two factors. In this study, the variations among spinach genotypes are explained in two components, with PC1= %34.31 and PC2= %25.59, and the principal component (PC) representing approximately 59.90% of the total variability. In order to use PC analysis in a study, it has been reported that more than 25% of the variance of the first two components should be enough to explain variations among factors (Mohammadi & Prasanna, 2003; Mozafari et al., 2019; Seymen et al., 2019). Generally, it has been stated that the first component contributes to the maximum variance, while the rest of the factors justify the remaining amount of variance (Fereidoonfar et al., 2018). Therefore, the PC analysis was found to strongly explain the study.

Using the PC1 and PC2 components, a Biplot plot was created to examine the relationship between the morphological and physiological observations-based parameters of the genotypes affected by flood stress. The degree of association between the two traits is based on the multiple traits being compared between genotypes and the identification of genotypes that can be used as parents in breeding programs because they are particularly good in certain respects (Figure 1). According to this biplot, the cosine of the angles formed by the vectors connected to each variable and represents the degree of relationship among variable (Yan & Rajcan, 2002; Dehghani et al., 2008). In this context, if the angle between the vectors in the figure is $<90^\circ$, there is a positive relationship, and if it is $>90^\circ$, there is a negative relationship, if the angle between the vectors is 180° , it has been reported that there is no significant relationship (Yan & Kang, 2002). Angles formed by biplot analysis under flooding stress conditions showed a high correlation between UDW, UFW, AFW, ADW and RL. Therefore, the higher AFW, the higher ADW was found. A strong correlation was found between plant dry weight after flood stress and plant survival under critical flooding conditions. Flooding inhibits new leaf formation, reducing the total leaf area and promoting leaf senescence (Kato et al., 2014). In the light of this information, genotypes 67 and 14 were found to be highly tolerant in terms of

growth parameters under flooding stress conditions. Singh et al. (2014) observed that the dry weight of leaves decreased sharply by 70% in varieties sensitive to flood stress, while it decreased by only 30-40% in tolerant varieties under 17-day flood stress. A similar study was conducted by Arif et al. (2013) and Sabaghnia et al. (2015) and show the relationship between different morphological features. Moreover, it was determined that the higher the chl a and chl b values, the higher the carotene content. Therefore, a highly positive relationship was found between chl a, chl b, and carotene. Singh et al. (2014) also stated that maintaining integrity of chlorophyll content during and after flooding is essential for plant survival as it aids photosynthesis continuity under flooding and aids faster recovery in case of flooding. Accordingly, it can be stated that genotypes 2, 53, 59, and 75 are more tolerant to flooding stress in terms of chlorophyll content (Figure 1). These results support studies evaluating the correlation between agricultural variables in similar studies (Sarkar et al., 2006; Seymen, 2021). A significant negative correlation was found between RWC and membrane damage among spinach genotypes. Membrane damage content is significantly higher in susceptible variety during flooding and after exposure to air (Kawano et al., 2002; Damanik et al., 2012; Panda & Sarkar, 2013). For this reason, the genotypes that revealed the most membrane damage are less productive. In this context, genotypes 58 and 60 were determined to be highly sensitive to flooding stress.

The biplot plot can provide knowledge to the plant breeder with flexibility in finding the number of plants to be evaluated (Yan & Rajcan, 2002). The plant breeder can use multivariate methods by first identifying the combination of traits that make up an ideal genotype. In this context, it can be reported that genotype 67 (SWA0760 F1) is the most ideal line to be used in spinach breeding studies. Besides, genotypes 14, 9, 21, 15, 4, and 10 belong to the S5 level and were found to be flooding stress tolerant. In the study, it was determined that the genotypes 24, 25, 26, 27, 28, 52, 54 and 69 were the most sensitive to flooding stress (Figure 1). It can be stated that the determined genotypes can be ignored in future studies. This research was conducted for only one growing season and thus genotype-environment interactions may cause some fluctuates, but the results showed that multidimensional methods can be sufficiently informative in the selection of breeding directions.

CONCLUSION

It was determined that the tolerance levels of 23 breeding materials and 48 commercial spinach varieties under different flood stress conditions. In addition to the negative effects of the 13-day flood stress applied on the spinach seedling period, it was

observed from the agro-morphological and physiological parameters that the tolerance of the breeding lines and commercial varieties were different. As a result of PCA, commercial cultivar SWA0760 F1 (genotype 67) was found to be the most tolerant line against flooding stress. Other cultivars were found to be sensitive or moderately tolerant. In this context, the development of tolerant varieties against flood stress in spinach is among the important issues. The spinach genotypes 14, 9, 21, 15, 4 and 10 in the S5 level were

determined to be tolerant lines against flood stress. It is thought that these genotypes will be used as parents in hybrid breeding and included in hybridization programs and will give important results in the development of flood stress-tolerant variety. The obtained variety and variety candidates will contribute to the reduction of yield and quality losses in the agricultural lands where spinach is grown, due to the flooding stress, which increases its negative effects day by day.

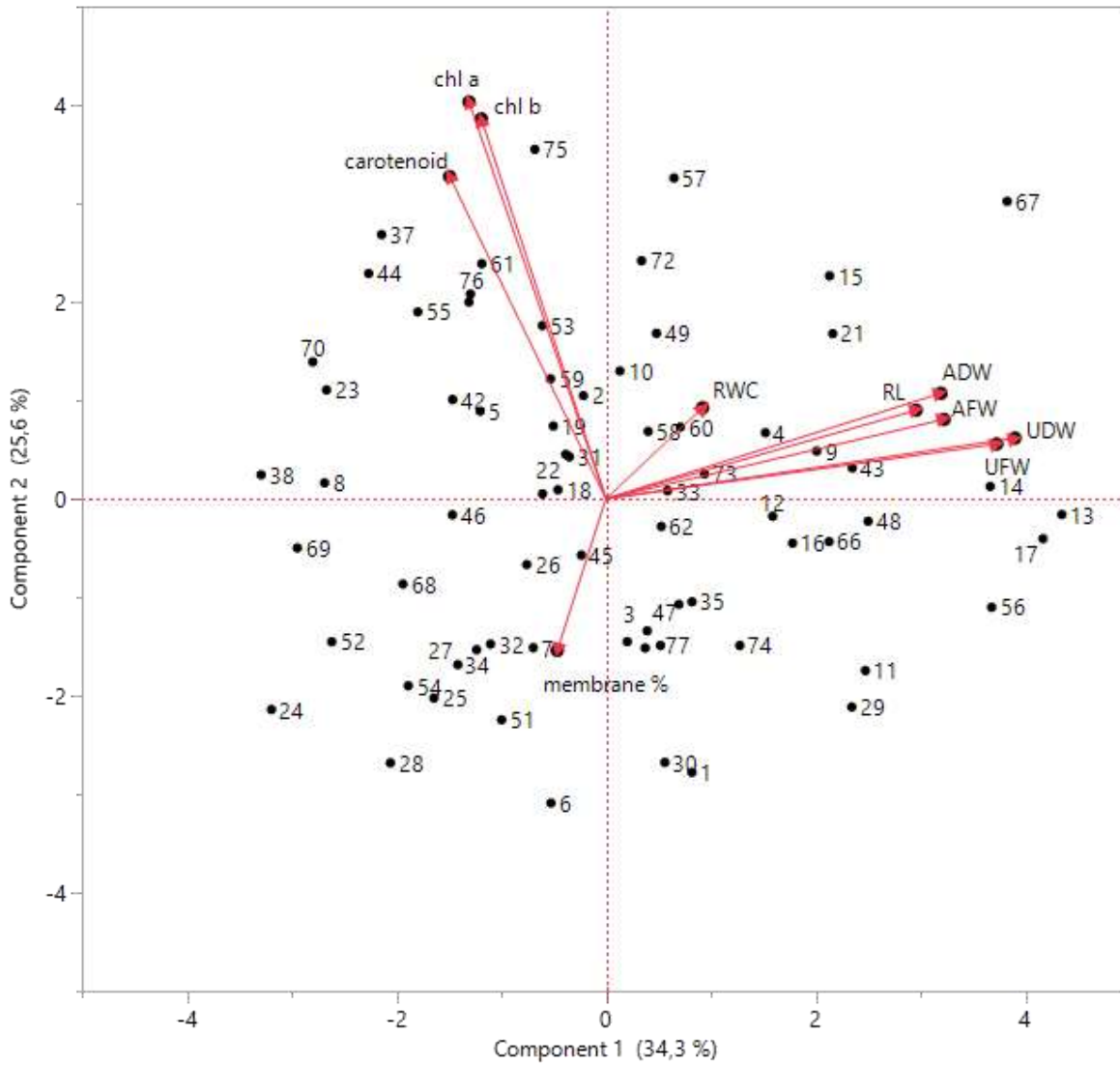


Figure 1. Biplot plot based on PC 1 and 2 obtained from PCA using agro-morphological traits among spinach genotypes under flood stress conditions

Şekil 1. Sel baskını stres koşulları altında ıspanak genotipleri arasında agro-morfolojik özellikler kullanılarak PCA'dan elde edilen PC 1 ve 2'ye dayalı biplot grafiği

Researchers' Contribution Rate Statement Summary

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

Conflict of Interest Statement

The article authors declare that they do not have any conflict of interest.

REFERENCES

Arif, M., Jatoi, S. A., Rafique, T. & Ghafoor, A. (2013). Genetic divergence in indigenous spinach genetic resources for agronomic performance and implication of multivariate analyses for future selection criteria. *J Sci Technol Dev*, 32(1), 7-15.

Arnell, N.W. & Liv, C. (2001). Hydrology and water

- resources. In: McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S. (Eds.), IPCC Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 191–233
- Bailey-Serres, J. & Chang, R. (2005). Sensing and signalling in response to oxygen deprivation in plants and other organisms. *Annals of botany*, 96(4), 507-518.
- Bange, M., Milroy, S. & Thongbai, P. (2004). Growth and yield of cotton in response to waterlogging. *Field Crops Research*, 88(2-3), 129-142.
- Bennett, J. (2003). Opportunities for increasing water productivity of CGIAR crops through plant breeding and molecular biology. *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement* (pp. 103-126). Wallingford UK: CABI publishing.
- Bhatt, R. M., Upreti, K. K., Divya, M., Bhat, S., Pavithra, C. & Sadashiva, A. (2015). Interspecific grafting to enhance physiological resilience to flooding stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientia Horticulturae*, 182, 8-17.
- Boyer, J. S., James, R. A., Munns, R., Condon, T. A. & Passioura, J. B. (2008). Osmotic adjustment leads to anomalously low estimates of relative water content in wheat and barley. *Functional Plant Biology*, 35(11), 1172-1182.
- Brazel, S., Barickman, T. & Sams, C. (2021). Short-term waterlogging of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) plants causes a decrease in carotenoids and chlorophylls while increasing nutritionally important glucosinolates. In *VIII International Symposium on Human Health Effects of Fruits and Vegetables-FAVHEALTH 2021 1329* (pp. 175-180).
- Brejda, J. J., Moorman, T. B., Karlen, D. L. & Dao, T. H. (2000). Identification of regional soil quality factors and indicators I. Central and Southern High Plains. *Soil Science Society of America Journal*, 64(6), 2115-2124.
- Damanik, R. I., Ismail, M. R., Shamsuddin, Z., Othman, S., Zain, A. M. & Maziah, M. (2012). Response of antioxidant systems in oxygen deprived suspension cultures of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Growth Regulation*, 67(1), 83-92.
- Dehghani, H., Omid, H. & Sabaghnia, N. (2008). Graphic analysis of trait relations of rapeseed using the biplot method. *Agronomy Journal*, 100(5), 1443-1449.
- Drew, M. C. (1997). Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia. *Annual review of plant biology*, 48(1), 223-250.
- Eftekhari, S. A., Hasandokht, M. R., Moghadam, M. R. F. F. & Kashi, A. (2010). Genetic diversity of some Iranian spinach (*Spinacia oleracea* L.) landraces using morphological traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 41(1), 83-93.
- Everitt, B. S. & Dunn, G. (2010). Applied Multivariate Data Analysis, 2nd Edition. 354.
- Ezin, V., Pena, R. D. L. & Ahanchede, A. (2010). Flooding tolerance of tomato genotypes during vegetative and reproductive stages. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 22, 131-142.
- Fereidoonfar, H., Salehi-Arjmand, H., Khadivi, A. & Akramian, M. (2018). Morphological variability of sumac (*Rhus coriaria* L.) germplasm using multivariate analysis. *Industrial Crops and Products*, 120, 162-170.
- Foyer, C. H. & Shigeoka, S. (2011). Understanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis. *Plant Physiology*, 155(1), 93-100.
- Geigenberger, P. (2003). Response of plant metabolism to too little oxygen. *Current opinion in plant biology*, 6(3), 247-256.
- Gibbs, J. & Greenway, H. (2003). Mechanisms of anoxia tolerance in plants. I. Growth, survival and anaerobic catabolism. *Functional Plant Biology*, 30(1), 1-47.
- Grichko, V. P. & Glick, B. R. (2001). Amelioration of flooding stress by ACC deaminase-containing plant growth-promoting bacteria. *Plant Physiology and Biochemistry*, 39(1), 11-17.
- Hirabayashi, Y., Mahendran, R., Koirala, S., Konoshima, L., Yamazaki, D., Watanabe, S., Kim, H. & Kanae, S. (2013). Global flood risk under climate change. *Nature climate change*, 3(9), 816-821.
- Hodgson, A. & Chan, K. (1982). The effect of short-term waterlogging during furrow irrigation of cotton in a cracking grey clay. *Australian Journal of Agricultural Research*, 33(1), 109-116.
- Ishizawa, K., Murakami, S., Kawakami, Y. & Kuramochi, H. (1999). Growth and energy status of arrowhead tubers, pondweed turions and rice seedlings under anoxic conditions. *Plant, Cell & Environment*, 22(5), 505-514.
- Jackson, M. & Colmer, T. (2005). Response and adaptation by plants to flooding stress. *Annals of botany*, 96(4), 501-505.
- Kabiri, R., Nasibi, F. & Farahbakhsh, H. (2014). Effect of exogenous salicylic acid on some physiological parameters and alleviation of drought stress in *Nigella sativa* plant under hydroponic culture. *Plant Protection Science*, 50(1), 43-51.
- Kato, Y., Collard, B. C. Y., Septiningsih, E. M. & Ismail, A. M. (2014). Physiological analyses of traits associated with tolerance of long-term partial submergence in rice. *AoB Plants*, 6. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plu058>.
- Kawano, N., Ella, E., Ito, O., Yamauchi, Y. & Tanaka, K. (2002). Metabolic changes in rice seedlings with different submergence tolerance after desubmergence. *Environmental and Experimental Botany*, 47(3), 195-203.

- Kawase, M. (1981). Anatomical and morphological adaptation of plants to waterlogging. *Hort. Sci.* 16, 8-12.
- Kaya, C., Higgs, D., Ince, F., Amador, B. M., Cakir, A. & Sakar, E. (2003). Ameliorative effects of potassium phosphate on salt-stressed pepper and cucumber. *Journal of plant nutrition*, 26(4), 807-820.
- Kingston-Smith, A. & Foyer, C. (2000). Bundle sheath proteins are more sensitive to oxidative damage than those of the mesophyll in maize leaves exposed to paraquat or low temperatures. *Journal of experimental botany*, 51(342), 123-130.
- Kozłowski, T. (1997). Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree physiology*, 17(7), 490-490.
- Kozłowski, T. T. & Pallardy, S. G. (1997). *Growth control in woody plants*. Elsevier.
- Kramer, P. J. (1951). Causes of injury to plants resulting from flooding of the soil. *Plant Physiology*, 26(4), 722.
- Liao, C.-T. & Lin, C.-H. (2001). Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. *Proceedings of the National Science Council, Republic of China. Part B, Life Sciences*, 25(3), 148-157.
- Lichtenthaler, H. K. & Buschmann, C. (2001). Extraction of photosynthetic tissues: chlorophylls and carotenoids. *Current protocols in food analytical chemistry*, 1(1), F4. 2.1-F4. 2.6.
- Lutts, S., Kinet, J. M. & Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of botany*, 78(3), 389-398.
- Mohammadi, S. A. & Prasanna, B. (2003). Analysis of genetic diversity in crop plants—salient statistical tools and considerations. *Crop Science*, 43(4), 1235-1248.
- Mozafari, A.-a., Ghaderi, N., Havas, F. & Dedejani, S. (2019). Comparative investigation of structural relationships among morpho-physiological and biochemical properties of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) under drought and salinity stresses: A study based on in vitro culture. *Scientia Horticulturae*, 256, 108601.
- Panda, D. & Barik, J. (2021). Flooding tolerance in rice: Focus on mechanisms and approaches. *Rice Science*, 28(1), 43-57.
- Panda, D. & Sarkar, R. K. (2013). Characterization of leaf gas exchange and anti-oxidant defense of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in submergence tolerance owing to complete submergence and consequent re-aeration. *Agricultural Research*, 2(4), 301-308.
- Panda, D., Sharma, S. G. & Sarkar, R. K. (2008). Chlorophyll fluorescence parameters, CO₂ photosynthetic rate and regeneration capacity as a result of complete submergence and subsequent re-emergence in rice (*Oryza sativa* L.). *Aquatic Botany*, 88(2), 127-133.
- Parkash, V. & Singh, S. (2020). A review on potential plant-based water stress indicators for vegetable crops. *Sustainability*, 12(10), 3945.
- Patel, P. K., Singh, A. K., Tripathi, N., Yadav, D. & Hemantaranjan, A. (2014). Flooding: abiotic constraint limiting vegetable productivity. *Advances in Plants and Agriculture Research*, 1(3), 96-103. <https://doi.org/10.15406/apar.2014.01.00016>
- Rasheed, R., Iqbal, M., Ashraf, M. A., Hussain, I., Shafiq, F., Yousaf, A. & Zaheer, A. (2018). Glycine betaine counteracts the inhibitory effects of waterlogging on growth, photosynthetic pigments, oxidative defence system, nutrient composition, and fruit quality in tomato. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 93(4), 385-391.
- Rezvani, N., Sorooshzadeh, A. & Farhadi, N. (2012). Effect of nano-silver on growth of saffron in flooding stress. *World Acad Sci Eng Technol*, 1, 517-522.
- Sabaghnia, N., Asadi-Gharneh, H. & Janmohammadi, M. (2015). Genetic diversity of spinach (*Spinacia oleracea* L.) landraces collected in Iran using some morphological traits. *Acta agriculturae Slovenica*, 103(1), 101-111.
- Sabaghnia, N., Dehghani, H., Alizadeh, B. & Moghaddam, M. (2011). Yield analysis of rapeseed (*Brassica napus* L.) under water-stress conditions using GGE biplot methodology. *Journal of Crop Improvement*, 25(1), 26-45.
- Saglio, P. H., Raymond, P. & Pradet, A. (1980). Metabolic activity and energy charge of excised maize root tips under anoxia: control by soluble sugars. *Plant Physiology*, 66(6), 1053-1057.
- Sarkar, R. K., Reddy, J. N., Sharma, S. G. & Ismail, A. M. (2006). Physiological basis of submergence tolerance in rice and implications for crop improvement. *Current Science*, 91(7), 899-906. <http://www.jstor.org/stable/24094287>
- Sasidharan, R., Hartman, S., Liu, Z., Martopawiro, S., Sajeev, N., van Veen, H., Yeung, E. & Voesenek, L. A. (2018). Signal dynamics and interactions during flooding stress. *Plant Physiology*, 176(2), 1106-1117.
- Seymen, M. (2021). How does the flooding stress occurring in different harvest times affect the morpho-physiological and biochemical characteristics of spinach? *Scientia Horticulturae*, 275, 109713.
- Seymen, M., Yavuz, D., Dursun, A., Kurtar, E. S. & Türkmen, Ö. (2019). Identification of drought-tolerant pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) genotypes associated with certain fruit characteristics, seed yield, and quality. *Agricultural Water Management*, 221, 150-159.
- Singh, S., Mackill, D. J. & Ismail, A. M. (2009). Responses of SUB1 rice introgression lines to submergence in the field: yield and grain quality.

- Field Crops Research*, 113(1), 12-23.
- Singh, S., Mackill, D. J., & Ismail, A. M. (2014). Physiological basis of tolerance to complete submergence in rice involves genetic factors in addition to the SUB1 gene. *AoB Plants*, 6. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plu060>.
- Tian, G., Qi, D., Zhu, J. & Xu, Y. (2021). Effects of nitrogen fertilizer rates and waterlogging on leaf physiological characteristics and grain yield of maize. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(7), 863-875.
- Witham, F. H., Blaydes, D. F. & Devlin, R.M. (1971). Experiments in plant physiology. Van Nostrand Reinhold Compan, New York, USA, pp 55–56.
- Xu, C., & Leskovar, D. I. (2015). Effects of *A. nodosum* seaweed extracts on spinach growth, physiology and nutrition value under drought stress. *Scientia Horticulturae*, 183, 39-47.
- Xu, K., Xu, X., Fukao, T., Canlas, P., Maghirang-Rodriguez, R., Heuer, S., Ismail, A. M., Bailey-Serres, J., Ronald, P. C. & Mackill, D. J. (2006). Sub1A is an ethylene-response-factor-like gene that confers submergence tolerance to rice. *Nature*, 442(7103), 705-708.
- Yadav, D.K. & Hemantaranjan, A. (2017). Mitigating effects of paclobutrazol on flooding stress damage by shifting biochemical and antioxidant defense mechanisms in mungbean (*Vigna radiata* L.) at pre-flowering stage. *Legume Research: An International Journal*, 40(3), 453–461. <https://doi.org/10.18805/lr.v0i0.7593>
- Yan, W. & Kang, M. S. (2002). GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. *CRC press*.
- Yan, W. & Rajcan, I. (2002). Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Science*, 42(1), 11-20.
- Zhigou, Z. & Derrick M, O. (2012). Physiological Mechanism of Nitrogen Mediating Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Seedlings Growth under Water-Stress Conditions. *American Journal of Plant Sciences*, 3(6), 721-730. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2012.36087>.



Amerikan Asma Anaçlarından Elde Edilen F1 Hibrit Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Üzerine GA₃ Uygulamalarının Etkisi

Adem YAĞCI¹, Selda DALER^{2*}

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü 60240 Merkez-Tokat, ²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 66900, Merkez, Yozgat

¹<https://orcid.org/0000-0002-3650-4679>, ²<https://orcid.org/0000-0003-0422-1444>

✉: selda.daler@yobu.edu.tr

ÖZET

Giberellik asit (GA₃) tüm bitkilerde olduğu gibi asmalarda da endojen olarak sentezlenen, fizyolojik ve biyokimyasal birçok olayı etkileyen hayati bir hormon olmakla birlikte, bağıcılıkta büyüme ve gelişmenin düzenlenmesi amacıyla eksojen olarak da yaygın kullanılan bir bitki gelişim düzenleyicisidir. İslah çalışmalarında başlangıç materyali olarak kullanılan tohumun çimlenmesi ve fide haline dönüştürülmesi ıslah başarısının en önemli kriterleri arasında yer almakta olup, bu aşamada çeşitli nedenlerden dolayı kayıplar yaşanmaktadır. Bu çalışmada farklı konsantrasyonlardaki GA₃ uygulamalarının melezleme ıslahı sonucunda elde edilen Amerikan kökenli iki farklı asma kombinasyonuna ait tohumların çimlenme özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Türler arası melezlemelerin gerçekleştirilebilmesi amacıyla, ebeveyn olarak üç farklı asma türü ("Ramsey", "5 BB" ve "Rupestris du Lot") kullanılmış ve farklı konsantrasyonlardaki GA₃ uygulamaları iki farklı melez asma popülasyonu ("Ramsey × Rupestris du Lot" ve "5 BB × Rupestris du Lot") üzerinde test edilerek, tohum çimlenmesi bakımından en etkili GA₃ konsantrasyonunun belirlenmesine yönelik incelemeler gerçekleştirilmiştir. Her iki melez asma popülasyonu birlikte değerlendirildiğinde en yüksek ortalamaların %59,63 ile 1000 ppm konsantrasyonundan alındığı ve bu değer 500 ppm (%56,34) ve 2000 ppm (%56,91) GA₃ uygulamaları ile aynı istatistiksel grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların, melez asma tohumlarında çimlenme düzeyinin artırılması amacıyla yürütülecek diğer araştırmaları kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Aynı zamanda bu çalışma, asma germplasm kaynaklarının daha etkin şekilde kullanılması ve genetik çeşitlilik kaybının önlenmesi bakımından da araştırmacılara önemli bir referans sağlayacaktır.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 21.10.2022

Kabul Tarihi : 15.03.2023

Anahtar Kelimeler

Amerikan×Amerikan asma anacı
F1 hibrit tohumu
Giberellik asit (GA₃)
Çimlenme oranı

The Effect of GA₃ Applications on Germination Properties of F1 Hybrid Seeds Obtained from American Grapevine Rootstocks

ABSTRACT

Gibberellic acid (GA₃) is a vital hormone synthesized endogenously in grapevines as in all plants, affects many physiological and biochemical events, and is also the most widely used plant growth regulator exogenous to regulate growth and development in viticulture. The germination and transformation of the seed into seedlings, which is used as a starting material in breeding studies, are among the most important criteria of breeding success, and losses are experienced at this stage due to various reasons. This study investigates the effects of GA₃ applications at different concentrations on the germination characteristics of hybrid seeds of two different grapevine combinations of American origin obtained as a result of crossbreeding. To carry out the interspecies hybridization, three different grapevine species ("Ramsey", "5 BB" and "Rupestris du Lot") were used as parents, and GA₃ applications at different concentrations testing in two different hybrid grapevine populations ("Ramsey × Rupestris du Lot" and "5 BB

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 21.10.2022

Accepted : 15.03.2023

Keywords

Amerikan×Amerikan grapevine
rootstock
F1 hybrid seed
Gibberellic acid (GA₃)
Germination percentage

× *Rupestris du Lot*"), and investigations were carried out to determine the most effective GA₃ concentration on seed germination. When both hybrid grapevine populations were evaluated together, the highest averages were obtained from 1000 ppm concentration as 59.63% and this value was in the same statistical group with 500 ppm (56.34%) and 2000 ppm (56.91%) GA₃ applications. The results obtained from this study will facilitate other researches to be carried out to increase the germination level of hybrid grapevine seeds. At the same time, this study will provide an important reference for researchers in terms of more efficient use of grapevine germplasm resources and prevention of loss of genetic diversity.

Atıf Şekli: Yağcı, A., & Daler, S., (2023). Amerikan Asma Anaçlarından Elde Edilen F1 Hibrit Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Üzerine GA₃ Uygulamalarının Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26 (4)*, 767-777. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1192462>

To Cite : Yağcı, A., & Daler, S., (2023). The Effect of GA₃ Applications on Germination Properties of F1 Hybrid Seeds Obtained from American Grapevine Rootstocks. *KSU J. Agric Nat 26(4)*, 767-777. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1192462>

GİRİŞ

Asmanın kültüre alınmasıyla başlayan bağıcılık tarihi oldukça eski zamanlara dayanmakla birlikte; asma ıslahı üzerine yürütülen çalışmalar yaklaşık 200 yıldır devam etmektedir. Islah; biyotik ve abiyotik streslere karşı direncin artırılması veya pazar ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla olgunlaşma zamanlarının kontrol edilmesi de dahil olmak üzere; üzümün kalitesinin iyileştirilmesi ve veriminin artırılmasına yönelik olarak uygulanan yöntemler, teknikler ve gelişmeler bütünü olarak tanımlanmaktadır (Fang & Liu, 2014). Üzüm çeşitlerinin farklı amaçlara yönelik olarak ıslah edilmelerindeki başarı, üstün nitelikli asma genetik kaynaklarının kullanımıyla mümkün olmakla birlikte, bu amaca yönelik olarak geliştirilen çeşitli ıslah metotları bulunmaktadır. Melezleme ıslahı ve tohum seleksiyonu, ıslah sürecinin önemli yönlerini oluşturmaktadır (Chai, 2005).

Bağıcılığın yaygın olarak yapıldığı diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de bağ alanlarının filoksera zararlısı ile bulaşık olması, bu zararlıya dayanıklı Amerikan asma anaçlarının kullanımını zorunlu hale getirmiştir (Ergenoğlu & Gürsoy, 1991; Çelik, 1996). Amerikan asma anaçları filokseraya karşı koruma sağlamalarının yanında; kuraklık, tuz ya da kireç gibi olumsuz çevre koşullarına dayanımlarıyla ön plana çıkan ve bağıcılıkta önemli avantajlar sağlayan çeşitli niteliklere sahiptir (Galet, 1998; Pongrácz, 1983; Fort ve ark., 2017). Bu amaçla *V. berlandieri*, *V. rupestris* veya *V. riparia* gibi Amerikan asma türlerinin saf ya da melez anaçları yaygın olarak kullanılmaktadır (Mullins ve ark., 1992). Son yıllarda yaşanan küresel iklim değişikliği nedeniyle, farklı çevresel koşullara daha iyi uyum sağlayabilen, üstün nitelikli yeni melez anaçların ıslahına duyulan gereksinim artmıştır (Karipçin, 2009; Meşe & Tangolar, 2019). Bilindiği üzere, ıslah çalışmaları bilgi ve tecrübenin yanında, yoğun işgücü ve zaman gerektiren, yüksek maliyetli bir prosedürü kapsamaktadır (Karauz, 2013). Islah çalışmalarında tohum, başlangıç materyali olarak

büyük önem taşımakla birlikte; melez tohumların yüksek oranda çimlendirilmesi ve çimlenen tohumların sağlıklı bir şekilde bitkiye dönüştürülmesi, ıslah verimliliğinin en önemli belirleyicilerinden biridir (Marasalı, 1992; Wang ve ark., 2022).

Türler arası melezlemeyle elde edilen F1 hibrit asma tohumlarının canlılık ve çimlenme oranları oldukça düşük düzeyde kalmaktadır (Tian ve ark., 2008). Bu durum, işgücü ve maliyet kayıplarına yol açmasının yanında, son derece değerli ıslah materyalinin de yok olmasına neden olmaktadır.

Yürütülen araştırmaların sonuçlarına göre, üzüm tohumları diğer birçok bitkiye göre çimlendirilmesi zor olan türler arasında yer almakta olup; çimlenme oranlarının %30-50 aralığında değiştiği bilinmektedir (Ağaoğlu, 2002; Lin ve ark., 2009; Liu & Wang, 2001; Zhang ve ark., 2009). Düşük çimlenme oranları, ebeveynlerin seçiminden, dişi ebeveynin tam olarak gelişmemiş tohum embriyosundan veya çatlaması kolay olmayan sert tohum kabuğundan kaynaklanabilmektedir (Ma ve ark., 2014). Ayrıca, tohumların toplanması aşamasında tam olgunlaşmamış olmaları veya depolama sırasında tohumların uygun olmayan sıcaklık veya nem koşullarına maruz kalmaları, tohumların çürümesine ya da erken çimlenmesine neden olabilmektedir (Pan ve ark., 2010). Tohumların çimlendirilmesi aşamasında da nem kontrolünde güçlüklerle karşılaşılabilen; nemin çok düşük olduğu durumlarda su eksikliği nedeniyle çimlenme oranları azalırken; çok yüksek olduğunda tohumlar küflenebilmekte veya çürüyebilmektedir (Lin ve ark., 2009). Bununla birlikte çimlenen tohumların, bitkiye dönüşüm sürecinde dışsal pek çok faktörden etkilenerek, büyüme ve gelişmelerinin sınırlandırıldığı ve bunun sonucunda da önemli kayıpların yaşandığı bilinmektedir. Bu nedenle üzüm tohumlarının çimlenme güçlerinin ve bitkiye dönüşüm oranlarının arttırılmasına yönelik olarak yürütülen çalışmalar büyük önem arz etmektedir (Sabır & Kara, 2011).

Üzüm tohumunun çimlenmesi ve fide oluşumunu inceleyen önceki çalışmalar, farklı popülasyonlar veya çeşitler arasındaki çimlenme oranı varyasyonlarının, farklı yetiştirme ve şaşırtma yöntemleri arasında fide oranı değişimlerinin veya tohumlarda dormansi kaldırma yollarının araştırılması üzerine odaklanmıştır (Singh, 1961; Manivel & Weaver, 1974; Ellis ve ark. 1983; Spiegel-Roy ve ark., 1987; Çelik, 2001; Conner, 2008; Wang ve ark., 2011; Wang ve ark., 2021; Yang ve ark., 2021). Özellikle son yıllarda geliştirilen çeşitli ıslah stratejileriyle birlikte, kısa sürede büyük ölçekli fide popülasyonlarının elde edilmesi ve ıslah süresinin kısaltılması amacıyla; melez asma tohumlarının çimlenme ve fide oluşum hızlarının artırılmasına yönelik olarak yürütülen çalışmaların sayısı artmıştır (Wang & ark., 2022). Geliştirilen bu stratejiler içerisinde en etkilisinin bitki gelişim düzenleyiciler (BGD'ler) olduğu bilinmektedir (Jacobsen ve ark., 2002). Bununla birlikte, asma yetiştiriciliği ve ıslahında BGD'ler içerisinde oksin grubundan İndol-3-Bütirik Asit (IBA); sitokininlerden Benzil Adenin (BA) ve Benzil Amino Purin (BAP); giberellinlerden ise giberellik asidin (GA_3) önemi oldukça büyüktür. 1930'larda ilk defa Japonya'da *Gibberella fujikuroi* mantarlarının çeltikte aşırı boy uzamasına neden olmasıyla fark edilen ve 1950'li yıllarda yüksek bitkilerde de sentezlendiği tespit edilen (Mitchell ve ark., 1951) 100'den fazla giberellin arasından, en aktifi olan GA_3 ; uygulama zamanı ve dozuna göre, tomurcularda sürmenin geciktirilmesi, tane tutumunun azaltılması, salkım seyreltmesi, salkım ve tane iriliğinin artırılması, partenokarpinin uyarılması, olgunluğun geciktirilmesi, embriyo gelişiminin sağlanması, üzüm çekirdeklerinde çimlenmenin teşvik edilmesi gibi farklı amaçlara yönelik olarak bağcılıkta en yaygın kullanılan bitki hormonu olma özelliği kazanmıştır (Eriş, 1990; Meneses ve ark., 2020; Seçkin Dinler & Çetinkaya, 2020). Gelişen tohumlarda yüksek miktarda sentezlenen endojen giberellinlerin, tohumun çimlenmesi ve dormansinin kontrolü üzerine önemli fonksiyonlara sahip olduğu gibi, eksojen olarak uygulanan GA_3 'ün uygulama konsantrasyonuna ve süresine bağlı olarak, çimlenme üzerine önemli etkilerinin bulunduğu bildirilmektedir (Duman, 2006; Artea, 2013). Yapılan çalışmalar GA_3 uygulamalarının tohumlarda çimlenme oranını artırırken, çimlenme sürelerini kısalttığını göstermiştir (Okay & Günöz, 2009). Çeşitli araştırmacılar, tohumlara dışsal olarak uygulanan GA_3 'ün, α -amilaz gibi çimlenmede önemli rol oynayan hidrolaz enzimlerinin üretimini teşvik ettiğini ve çimlenme olayında katlama uygulamasının yerini tuttuğunu ifade etmektedir (Wurzbarger ve ark., 1974; Özen & Onay, 1999; İpek ve ark., 2008). Yen ve Carter (1972) tarafından, GA_3 ile ön uygulamaya tabi tutulan tohumların, düşük sıcaklıkta ($10^\circ C$) daha hızlı çimlendikleri ve erken ekimlerde daha erken çıkış

sağladıkları tespit edilmiştir. Akkurt ve ark. (2013), Kalecik Karası tohumlarında çimlenme oranının artırılması amacıyla; benzilaminopürin (BAP), GA_3 , BAP+ GA_3 ve Hidrojen peroksit (H_2O_2) gibi büyümeyi düzenleyici maddeler ile ön muamele uygulamalarının etkilerini inceledikleri çalışmalarında; en yüksek çimlenme oranının 0.5-1 g/l BAP + 2-3 g/l GA_3 konsantrasyonlarındaki uygulamalardan elde edildiğini kaydetmişlerdir. Generoso ve ark. (2019), 'Red Globe', 'Italia' ve 'Niagara Rosada' üzüm çeşitlerine ait tohumların in vitro çimlenme oranı ve fide çıkış gücü üzerine farklı konsantrasyondaki (0, 1.41, 2.83, 4.24 ve 5.66 $\mu mol.L^{-1}$) GA_3 uygulamalarının etkilerini inceledikleri çalışmalarında, GA_3 kullanımının üç çeşitte de tohum çimlenme yüzdesini ve fide çıkış gücünü artırdığı bildirirken; 'Red Globe' tohumlarının in vitro çimlenmesi için 1,41-4,24 $\mu mol.L^{-1}$ GA_3 konsantrasyonlarının kullanılabilirliğini; 'Italia' için 1.41 $\mu mol.L^{-1}$ GA_3 'ün en iyi sonucu verdiğini ve 'Niagara Rosada' için ise 1.41-5.66 $\mu mol.L^{-1}$ GA_3 konsantrasyonlarının önerilebileceğini ifade etmişlerdir. Kara ve ark. (2020), Ekşi Kara ve Gök Üzüm'de, tohum canlılığı, çimlenme ve fide gelişimi üzerine GA_3 (1 g.L⁻¹, 24 saat ve 1 g.L⁻¹, 48 saat) uygulamalarının etkilerini inceledikleri çalışmalarında GA_3 kullanımının asmalarda tohum canlılığı ve çimlenme oranlarını artırmada etkili bir uygulama olduğu sonucuna varmışlardır. GA_3 uygulamalarının yaşlı tohumlarda da çimlenme oranı üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu çeşitli araştırmacılar tarafından saptanmıştır (Watkinson & Pill, 1998; İpek ve ark., 2005; Sarihan ve ark., 2005). GA_3 'ün Asya kökenli *Vitis adenoclada* Hand.-Mazz. ve *Vitis davidii* tohumlarının çimlenme oranını, çimlenme potansiyelini ve çimlenme indeksini önemli ölçüde iyileştirdiği ve çimlenme süresini kısalttığı kaydedilmiştir (Pan ve ark., 2007; Wang ve ark., 2008; Zhang ve ark., 2008; Pan ve ark., 2010).

Yapılan araştırmalar eksojen GA_3 uygulamalarının asma tohumlarında çimlenmenin teşvik edilmesi ve dormansinin kontrolü üzerine olumlu etkilere sahip olduğunu göstermektedir. GA_3 uygulamalarında etkinliğin bitki türüne, uygulama konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmekle birlikte; GA_3 uygulamalarının Amerikan asma anaçları üzerindeki etkinliğinin belirlenmesine yönelik olarak yürütülmüş çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, Amerikan asma anaçlarının tohumlarında dormansi, çimlenme ve fide oluşum mekanizmalarının daha iyi anlaşılması bakımından daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma, farklı konsantrasyonlardaki GA_3 uygulamalarının Amerikan kökenli üç farklı asma türüne ait interspesifik melezleme tohumlarının çimlenme düzeyleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. GA_3 uygulamaları ile, asma anaç ıslahı çalışmalarında meydana gelen çimlenme

kayıplarının azaltılmasına katkıda bulunulması ve böylece değerli ıslahçı materyalinin korunmasına da yardımcı olunması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOD

2020-2021 yılları arasında yürütülen bu çalışmada polenlerin hazırlanma aşaması, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Melezleme işlemleri, Tokat'ın Merkez ilçesine bağlı Güryıldız köyünde yer alan üretici bağı ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait bağ parselinde yürütülmüştür. F1 hibrit tohumlarının soğukta nemli katlanması ve çimlendirme işlemleri ise Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Araştırma Serası'nda gerçekleştirilmiştir. Melezlemelerde baba ebeveyn olarak kullanılan "Rupestris du Lot" anacı ile ana ebeveyn olarak kullanılan "5 BB" anacına ait asmalar Tokat'ın Merkez ilçesine bağlı Güryıldız köyünde yer alan üretici bağında; "Ramsey" anacı ise Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait bağ parselinde yer almaktadır.

Melezleme Kombinasyonları

Türler arası melezlerin elde edilebilmesi amacıyla, 2 genotip ("Ramsey" ve "5 BB") "ana ebeveyn" ve 1 genotip ("Rupestris du Lot") "baba ebeveyn" olmak üzere toplam üç farklı asma türü kullanılmış ve iki farklı melezleme kombinasyonu ("Ramsey × Rupestris du Lot" ve "5 BB × Rupestris du Lot") oluşturulmuştur. Melezleme kombinasyonlarının belirlenmesinde; ebeveynlerin pedolojik koşullara adaptasyonlarının yüksek olması, ana ebeveynlerin dişi çiçek yapısına sahip olması nedeniyle emaskulasyon işlemine gerek duyulmaması, melezleme işlemlerinde kullanılacak asmaların uygun yetişkinlikte olması ve mevcut ıslah parsellerinde yer alıyor olması gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Çalışmada kullanılan bitkisel materyallere ait bazı özellikler aşağıda belirtilmiştir (Bodenheimer, 1941; Ülgen, 1962; Çelik ve ark., 1998; Çelik, 2011).

5 BB (Kober 5 BB) (*V. berlandieri* × *V. riparia*), Kuvvetli gelişir, killi ve milli topraklara uyumu iyidir. Dişi çiçek yapısına sahiptir.

Ramsey (*Vitis champinii*), Kum içeriği yüksek ve az verimli topraklarda iyi gelişir. Dişi çiçek yapısına sahiptir.

Rupestris du Lot (*Vitis Rupestris*), Kökleri derine gider ve kurak koşullara dayanımı iyidir. Erkek çiçek yapısına sahiptir.

F1 Bitkilerinin Elde Edilmesi

Çalışmada klasik melezleme yöntemi kullanılmıştır. F1 hibritlerin elde edilmesine yönelik izlenen prosedür

literatürdeki mevcut yöntemlerin modifiye edilmesiyle oluşturulmuş olup, aşamaları ve detayları aşağıda belirtilmiştir (Fidan, 1985; Ergül, 1992; Uslu ve ark., 1995; Çakır, 2011; Sabır, 2011; Uzun ve ark., 2018).

Emaskulasyon: Çalışmada ana ebeveyn olarak kullanılan "5 BB" ve "Ramsey" dişi çiçek yapısına olduğu için emaskulasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesine gerek duyulmamıştır.

Polenlerin alınması ve tozlama: Tozlayıcı çeşide ait salkımlar %50 oranında çiçeklendiğinde hasat edilerek, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Araştırma Laboratuvarı'na getirilmiş ve ardından taç yapraklar uzaklaştırılarak polen keseleri pens yardımıyla cam petri kutularına yerleştirilerek patlamalarını sağlamak amacıyla 20°C sıcaklık ve %60-65 nemli koşullarda bir gece bekletilmiştir. Ertesi gün, anterlerin patlaması ile yayılan polenler, 4°C de 1 hafta süre ile muhafaza edilmiştir. Her iki lokasyonda yer alan asmalarda tozlama işlemi, çiçeklerin dişi organlarının reseptif hale geldiği aşamada gerçekleştirilmiştir. Melezleme yapılan her iki kombinasyondan 5'er adet asma ana ebeveyn olarak belirlenmiş ve belirlenen asmalar üzerinde 5'er adet salkım ve her salkımda yaklaşık 100'er adet çiçek olmak üzere toplam 5000 adet çiçek üzerinde melezleme işlemi yapılmıştır.

Hasat: Kontrol gruplardaki üzüm salkımlarının olgunlaşma zamanlarından yaklaşık bir hafta sonra melez tohumları taşıyan salkımların hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Taneler, hasat edilen üzüm salkımlarından ayrılmış; çekirdekler, tanelerden çıkarılarak meyve etlerinden arındırılmış ve daha sonra yıkanarak çimlenebilir nitelikte olanların belirlenebilmesi amacıyla yüzdürme yöntemine göre kontrole tabi tutulmuştur. Her iki kombinasyondan elde edilen 1650'şer adet F1 hibrit tohumu, 4-5 gün oda sıcaklığında kurutulmuş ve katlamanın başlangıç tarihine kadar petri kaplarına yerleştirilerek yaklaşık 8 hafta süreyle oda sıcaklığında (20-24°C) bekletilmiştir.

F1 Hibrit Tohumlarının Soğukta Nemli Ortamda Katlanması

F1 hibrit tohumları, soğukta nemli ortamda katlama öncesinde %70 etanol içerisinde 10 dakika süreyle yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuş ve ardından steril su ile yıkanmıştır. Soğukta nemli katlama ortamı olarak perlit kullanılmıştır. Tohumlar, 15×18 cm ebatlarındaki kilitli poşetler içerisinde bir kat nemli perlit bir kat tohum olacak şekilde katlanmış ve ardından katlama poşetleri "4 ay" süreyle 4°C de muhafaza edilmiştir.

GA3 Uygulamaları

Katlama işlemi sonrasında 0, 500, 1000, 2000 ve 3000

ppm dozlarında GA₃ (Sigma, CAS: 77-06-5) solüsyonları hazırlanmış ve tohumlar bu solüsyonlar içerisinde 48 saat süreyle bekletilmiştir. Çalışmada kontrol olarak saf su kullanılmıştır.

F1 Hibrit Tohumlarının Ekilmesi ve Çimlenme Oranlarının (%) Tespit Edilmesi

GA₃ uygulamalarının ardından, içerisinde torf bulunan 37 × 37 × 50 mm ebatlarındaki viyollere her bir uygulama için 330'ar adet F1 hibrit tohumunun ekim işlemleri gerçekleştirilmiştir. Tohumların ekildiği viyoller, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait, yanal yüzeyleri ve çatı örtüsü cam malzemeden yapılmış ısıtmasız, 800 m² alana sahip Araştırma Serası'na yerleştirilmiştir. Çimlendirme işlemi sırasında F1 hibrit tohumları, sisleme yöntemiyle sulanmış ve beş günde bir kontrol edilerek, hipokotil ucu torf yüzeyine çıkan tohumların sayıları adet olarak belirlenmiştir. Yaklaşık 20 günlük yetiştirme periyodunun ardından toplam tohum sayısına göre tohum çimlenme oranı % olarak kaydedilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre

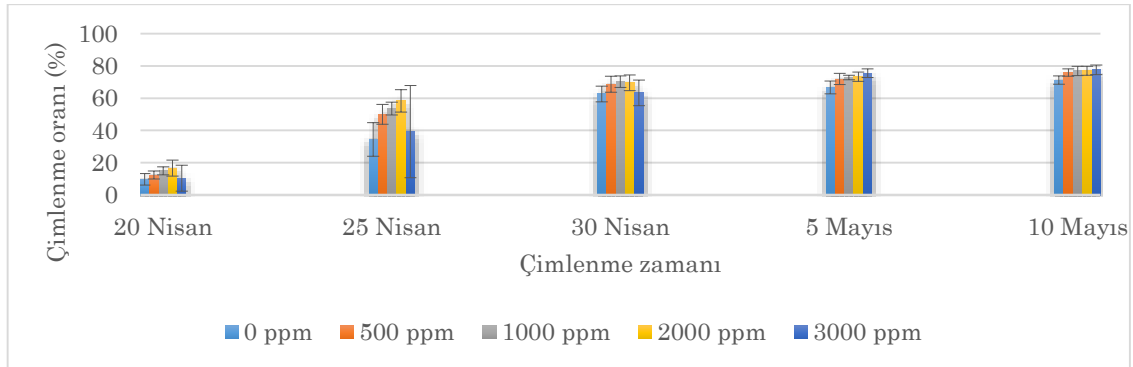
dizayn edilmiş olup; her bir uygulama, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 110 adet tohum bulunacak şekilde planlanmıştır. Elde edilen sayısal veriler; IBM SPSS vrs. 20.0 paket programı kullanılarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi (p<0.05) kullanılmıştır (Ott, 1988).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında iki farklı kombinasyondan melezleme ıslahı yoluyla elde edilen asma tohumlarının çimlenme özellikleri üzerine en etkili GA₃ konsantrasyonunun tespit edilmesine yönelik incelemeler gerçekleştirilmiştir.

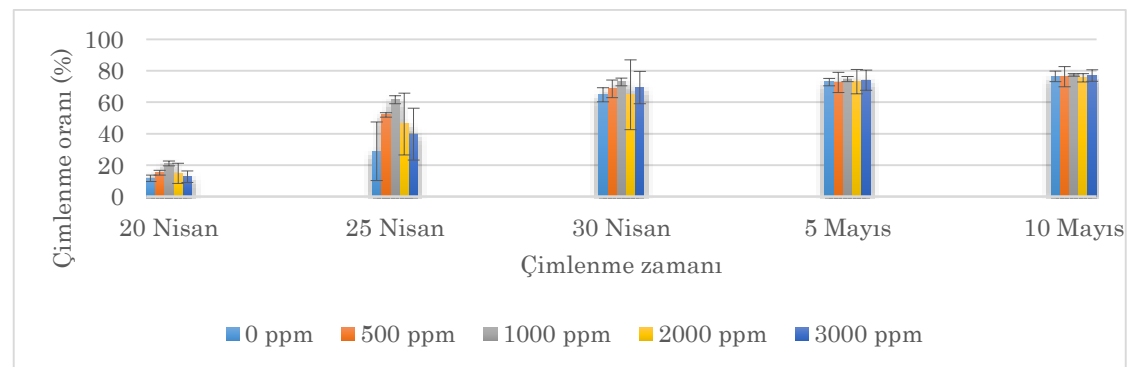
Verilerin istatistiksel analizi sonucunda, çimlenme oranları bakımından 'melezleme kombinasyonu' ve 'konsantrasyon' faktörleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Farklı konsantrasyonlardaki GA₃ uygulamalarının asma tohumlarının çimlenme oranlarında meydana getirdiği değişimler beşer gün aralıklarla incelenmiş ve uygulanan konsantrasyonlar arasındaki farklılıklara ilişkin bulgular aşağıdaki çizelge (Çizelge 1) ve grafiklerde (Şekil 1 ve 2) sunulmuştur.



Şekil 1. GA₃ uygulamaları ile Ramsey × Rupestris du Lot kombinasyonuna ait F1 hibrit tohumlarında çimlenme oranlarının zamana bağlı değişimi (%)

Figure 1. Time-dependent variation (%) of germination percentages in F1 hybrid seeds belonging to the combination of Ramsey × Rupestris du Lot with GA₃ treatments



Şekil 2. GA₃ uygulamaları ile 5 BB × Rupestris du Lot kombinasyonuna ait F1 hibrit tohumlarında çimlenme oranlarının zamana bağlı değişimi (%)

Figure 2. Time dependent variation (%) of germination percentages in F1 hybrid seeds belonging to the combination of 5 BB × Rupestris du Lot with GA₃ treatments

Çizelge 1. GA₃ uygulamalarının tarihlere göre asma tohumlarının çimlenme oranlarında meydana getirdiği değişimler

Table 1. Changes brought about in the germination percentages of grapevine seeds of GA₃ applications according to dates

Tarihler	GA ₃ Konsantrasyonları	Çimlenme Oranları		
		Ramsey × Rupestris du Lot	5 BB × Rupestris du Lot	Ort.
20.Nis	0 ppm	9.76±3.61	11.66±1.97 b ^a	10.71±2.92 C
	500 ppm	12.38±2.49	15.26±1.56 b	13.82±2.48 BC
	1000 ppm	15.00±2.45	21.10±1.53 a ^{*****}	18.05±3.75 A
	2000 ppm	16.66±4.98	14.78±6.43 b	15.72±5.51 AB
	3000 ppm	10.48±8.08	12.62±3.66 b	11.55±6.02 C
	Ort.	12.86±5.14	15.08±4.67 ^{öd}	13.97±4.99
25.Nis	0 ppm	34.52±10.42 c	28.80±18.62 c	31.66±14.54 C
	500 ppm	49.98±6.15 ab	51.92±1.37 ab	50.95±4.32 B
	1000 ppm	53.58±4.05 ab	61.60±2.52 a ^{*****}	57.59±5.29 A
	2000 ppm	58.36±6.95 a	46.20±19.58 a-c	52.28±15.26 AB
	3000 ppm	39.28±28.58 c	39.76±16.43 bc	39.52±21.98 BC
	Ort.	47.14±15.93 ^{öd}	45.66±17.20	46.40±16.42
30.Nis	0 ppm	62.62±4.84	64.76±4.51	63.69±4.55
	500 ppm	68.58±4.94	68.56±5.62	68.57±4.99
	1000 ppm	70.24±3.65	72.90±2.40	71.57±3.23
	2000 ppm	69.54±4.87	64.76±22.23	67.15±15.38
	3000 ppm	63.32±7.90	69.30±10.28	66.31±9.20
	Ort.	66.86±5.95	68.06±10.93 ^{öd}	67.46±8.73
05.May	0 ppm	66.66±4.03 b	72.84±2.31 ^{*****}	69.75±4.49 B
	500 ppm	71.90±3.52 a	72.64±6.41	72.27±4.89 A
	1000 ppm	72.84±1.31 a	74.70±1.64	73.77±1.71 A
	2000 ppm	73.32±2.89 a	73.10±7.67	73.21±5.46 A
	3000 ppm	75.48±2.63 a	74.06±6.40	74.77±4.67 A
	Ort.	72.04±4.07	73.47±5.04 ^{öd}	72.75±4.59
10.May	0 ppm	71.18±2.57 b	76.44±3.33 ^{*****}	73.81±3.94 B
	500 ppm	75.96±2.31 a	76.22±6.37	76.09±4.52 A
	1000 ppm	76.92±2.89 a	77.40±0.79	77.16±2.01 A
	2000 ppm	76.92±2.76 a	75.48±2.63	76.20±2.65 A
	3000 ppm	77.64±2.99 a	76.92±3.66	77.28±3.17 A
	Ort.	75.72±3.44	76.49±3.54 a ^{öd}	76.11±3.48

^aAynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).

*Aynı satırda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir. Etki değeri: *çok küçük, **küçük, ***orta, ****büyük, ***** çok büyük.

^{öd}Aynı satırda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir.

Çizelge 1'e göre, 20 Nisan tarihinde yapılan incelemelerde GA₃ uygulamaları bakımından istatistiksel açıdan farklılık gösteren 5 BB × Rupestris du Lot melezlerinde en yüksek ortalamanın 1000 ppm uygulamasından %21.10 olarak elde edildiği belirlenirken; diğer tüm GA₃ konsantrasyonlarının kontrol (%11.66) ile aynı istatistiksel grupta yer aldığı tespit edilmiştir. 20 Nisan tarihinde her iki melez asma kombinasyonundan elde edilen değerlerin ortalamaları incelendiğinde, en yüksek oranın %18.05 ile 1000 ppm uygulamasından alındığı ve bu değer 2000 ppm (%15.72) GA₃ uygulamaları ile aynı istatistiksel grupta yer aldığı, en düşük ortalamaların ise kontrol (%10.71) ve 3000 ppm (%11.55) GA₃ uygulamalarından alındığı kaydedilmiştir. Elde edilen bulgular, 20 Nisan tarihinde 1000 ve 2000 ppm GA₃ uygulamalarının, kontrol gruplara ve diğer

konsantrasyonlara kıyasla daha hızlı çimlenme sağladığını göstermiştir.

25 Nisan'da yapılan incelemelere göre, GA₃ konsantrasyonları bakımından Ramsey × Rupestris du Lot melezlerinde en yüksek değer 2000 ppm uygulamasından %58.36 olarak elde edildiği ve bu değerlerin 500 ppm (%49.98) ve 1000 ppm (%53.58) GA₃ uygulamalarıyla aynı istatistiksel grupta yer aldığı belirlenirken; 5 BB × Rupestris du Lot melezlerinde ise en yüksek değer %61.60 olarak 1000 ppm uygulamasından alındığı bu değer 500 ppm (%51.92) ve 2000 ppm (%46.20) ile aynı istatistiksel grupta yer aldığı tespit edilmiştir. 25 Nisan'da her iki melez asma popülasyonundan elde edilen değerlerin ortalamaları karşılaştırıldığında, en yüksek ortalamanın %57.59 ile 1000 ppm uygulamasından alındığı ve bu değer 2000 ppm

(%52.28) GA₃ uygulaması ile aynı istatistiksel grupta yer aldığı, en düşük ortalamaların ise kontrol (%31.66) ve 3000 ppm (%39.52) GA₃ uygulamalarından elde edildiği belirlenmiştir. 25 Nisan tarihinde elde edilen bulgulara göre, 3000 ppm hariç diğer tüm GA₃ konsantrasyonlarının tohumların çimlenme hızı ve düzeyinin artırılması bakımından olumlu etki gösterdiği saptanmıştır.

30 Nisan'da yapılan incelemelerde GA₃ uygulamalarının her iki melez asma kombinasyonunda da çimlenme hızı ve düzeyi bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir.

5 ve 10 Mayıs tarihlerinde yapılan incelemelerde Ramsey × Rupestris du Lot melezlerinden elde edilen değerlere göre, tüm GA₃ konsantrasyonlarının tohumların çimlenme hızı ve düzeylerinin artırılması bakımından olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Her 2 tarih bakımından da Ramsey × Rupestris du Lot melezlerinde en düşük ortalamaların %66.66 (5 Mayıs) Şekil 2'de görüldüğü gibi, farklı konsantrasyonlardaki GA₃ uygulamalarının "5 BB × Rupestris du Lot" melezlerinin çimlenme hızı ve oranları üzerine olumlu etki gösterdiği ve kontrol gruplara oranla daha yüksek ortalamalara sahip olduğu; bununla birlikte en yüksek değerlerin genel olarak 1000 ppm dozlarındaki GA₃ uygulamalarından alındığı belirlenmiştir.

Her iki melez asma kombinasyonunda da GA₃ konsantrasyonları arasında, tohumların çimlenme

ve %71.18 (10 Mayıs) olarak kontrol gruplardan alındığı belirlenmiştir. Bulgulara göre, 5 ve 10 Mayıs tarihlerinde her iki melez asma popülasyonundan elde edilen değerlerin ortalamaları karşılaştırıldığında, tüm GA₃ uygulamalarının tohumların çimlenme hızı ve düzeyinin artırılması bakımından olumlu etki gösterdiği ve en düşük ortalamaların %69.75 (5 Mayıs) ve %73.81 (10 Mayıs) olarak kontrol gruplardan elde edildiği kaydedilmiştir.

Şekil 1'de, "Ramsey × Rupestris du Lot" melezlerinde 500-2000 ppm aralığındaki GA₃ uygulamalarının 30 Nisan tarihine kadar çimlenme hızı ve düzeyi bakımından diğer uygulamalara kıyasla belirgin bir artış sağladığı; 3000 ppm GA₃ uygulamasının ise kontrol grupla benzer ortalamalara sahip olduğunu görülmektedir. Elde edilen bulgular, 30 Nisan tarihinden itibaren tüm GA₃ konsantrasyonlarının çimlenme hızı ve oranı üzerine benzer seviyelerde etki gösterdiğini; ancak, kontrol gruplara kıyasla daha yüksek ortalamalara sahip olduğunu göstermektedir.

hızları bakımından önemli farklılıklar bulunmasına rağmen; 20 günlük çimlenme süresinin sonunda nihai çimlenme düzeylerinin benzer seviyelere ulaştığı tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, "Ramsey × Rupestris du Lot" melezlerinde tohum çimlenme oranlarının %71,18 ile %77,64 arasında değiştiği tespit edilirken; "5 BB × Rupestris du Lot" melezlerinde %75,48 ile %77,40 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 2. GA₃ uygulamalarının konsantrasyonlara göre asma tohumlarının çimlenme oranlarında meydana getirdiği değişimler

Table 2. Changes brought about in the germination percentages of grapevine seeds of GA₃ applications according to concentrations

GA ₃ Konsantrasyonları	Çimlenme Oranları		
	Ramsey × Rupestris du Lot	5 BB × Rupestris du Lot	Ort.
0 ppm	48.95 C	50.90 C	49.92 C
500 ppm	55.76 AB	56.92 AB	56.34 AB
1000 ppm	57.72 A	61.54 A	59.63 A
2000 ppm	58.96 A	54.86 BC	56.91 AB
3000 ppm	53.24 B	54.53 BC	53.89 B

zAynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).

Çizelge 2'de tüm çimlenme tarihleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek ortalamaların Ramsey × Rupestris du Lot melezlerinde 500 ppm (%55,76), 1000 ppm (%57,72) ve 2000 ppm (%58,96) uygulamalarından elde edildiği belirlenirken; 5 BB × Rupestris du Lot melezlerinde en yüksek ortalamaların 500 ppm (%56,92) ve 1000 ppm (%61,54) gruplarından alındığı tespit edilmiştir.

Her iki melez asma popülasyonundan elde edilen değerlerin ortalamaları incelendiğinde, tüm GA₃ konsantrasyonlarının tohumların çimlenme düzeylerinin artırılması bakımından olumlu etki gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte en

yüksek ortalamaların %59,63 ile 1000 ppm uygulamasından alındığı ve bu değerlerin 500 ppm (%56,34) ve 2000 ppm (%56,91) GA₃ uygulamaları ile aynı istatistiksel grupta yer aldığı belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, GA₃ uygulamalarının tohum çimlenmesi üzerine gösterdiği olumlu etkileri bakımından literatürdeki diğer araştırmalarla paralellik göstermiştir. Altıntoprak & Ağaoglu (1999), Vinifera X Amerikan türleri arasındaki melezleme çalışmalarında tohum çimlenme oranlarının %7,4-46,5 arasında değiştiğini saptamışlardır. Yalvaç & Kelen (2009), 7 farklı üzüm çeşidine ait tohumların çimlenmeleri üzerine farklı uygulamaların etkilerini inceledikleri çalışmalarında,

çimlenme oranı ve hızı bakımından, çeşitler ve uygulamalar arasında önemli farklılıkların bulunduğunu ve razakı çeşidine ait en yüksek çimlenme oranının GA₃ uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Çalkan (1998), 7 farklı üzüm çeşidine (Alfonse Lavallée, Yalova İncisi, Yalova Ata Sarısı, Razakı, Osmanca, İtalya ve Pembe Gemre) ait tohumların çimlenme oranları üzerine 0, 250 ve 750 ppm GA₃ uygulamalarının etkilerini incelediği araştırmasında; İtalya hariç diğer tüm çeşitlerde GA₃ uygulamalarının çimlenme oranlarını artırdığını ve 750 ppm konsantrasyonun 250 ppm'e oranla daha etkili olduğunu bildirmiştir. Çelik (2001), Isabella (*Vitis labrusca* L.) tohumlarında; 0, 500, 1000 ve 1500 ppm olarak uyguladığı GA₃'ler içerisinde en etkili konsantrasyon değerinin 500–1000 ppm aralığında değiştiğini saptamıştır. Spiegel-Roy (1987), eksojen GA₃ uygulamalarının 41 B Amerikan asma anacına ait tohumların çimlenme oranını önemli derecede artırırken; *V. vinifera* türüne ait tohumlar üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığını tespit etmişlerdir. Sabır & Kara (2011), Kalecik Karası üzüm çeşidi ve 41 B Amerikan asma anacına ait çekirdeklerin çimlenmesi üzerine GA₃ uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, her iki genotipte de 1000 ppm GA₃ uygulamasının bitki boyunu önemli oranda artırdığını saptamışlardır. Çelik (2014), Razakı üzüm çeşidinde 5°C'de 90 günlük katlama periyodundan sonra 24 saat süreyle uygulanan 750 ppm GA₃'ün çimlenme oranını artırdığını tespit ederken; Gelin üzüm çeşidinde 75 ve 90 günlük katlama döneminden sonra uygulanan 750 ppm GA₃'ün tohum çimlenme oranını artırdığını kaydetmiştir. Vergili (2019), meyve gelişimi döneminde bor (B) ve çinko (Zn) uygulanan ve 24 ya da 48 saat sürelerle GA₃ solüsyonlarında bekletilen Ekşi Kara üzüm tohumlarında, en yüksek çimlenme oranının %73.33 olarak; Zn uygulanan ve 48 saat GA₃'e tabi tutulan uygulamalardan alındığını bildirmiştir. GA₃'ün çimlenme üzerindeki olumlu etkileri, asma dışındaki farklı bitki türlerinde de tespit edilmiştir. Gerçekçioğlu ve Çekiç (1999) tarafından, mahlepte tohum çimlenmesinin arttırılması amacıyla uygulanan; tohum kabuğunun kırılması, 200, 500 ve 1000 ppm GA₃ uygulamaları, asitle (H₂SO₄) aşındırma, sıcak suda ve çeşme suyunda bekletme, arazide katlama, soğuk (2-4°C) ve sıcak (20-24°C) ortamlarda bekletme işlemleri arasından %93.33 oranla en yüksek tohum çimlenmesinin 1000 ppm'lik GA₃ solüsyonunda 24 saat süre ile bekletildikten sonra 12 hafta süre ile katlamaya bırakılan kabuksuz tohumlardan elde edildiği bildirilmiştir. Alkan ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, 24 saat süreyle, farklı konsantrasyonlarda GA₃ (0, 25, 50, 100, 150 ppm) ve Asetil Salisilik Asit (ASA; 0, 250, 500, 750, 1000 ppm) kombinasyonlarında bekletilen pikan tohumlarında çimlenme oranlarının %24.44 (50 ppm GA₃+0 ppm ASA) ile %100.00 (150 ppm GA₃+500 ppm ASA ve 150

ppm GA₃+750 ppm ASA), ortalama çimlenme zamanının ise 26.36 gün (150 ppm GA₃+750 ppm ASA) ile 40.45 gün (100 ppm GA₃+0 ppm ASA) arasında değiştiğini bildirilmiştir. Okatan (2017), katlama öncesi 24 saat süreyle farklı konsantrasyonlardaki (0, 100, 200 ve 300 ppm) GA₃'ün, malta eriği tohumlarının çimlenme oranı, fide randımanı ve kalite parametreleri üzerine olumlu etkilerinin bulunduğunu ve en etkili GA₃ konsantrasyonunun 300 ppm olduğunu kaydetmişlerdir. Oral ve ark. (2020), GA₃ uygulamalarının, tuz stresi altındaki kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tohumlarında çimlenme ve büyüme özellikleri üzerine olumlu etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalar, GA₃ uygulamalarının asma tohumlarında olduğu gibi farklı birçok bitki türünde de çimlenme özelliklerinin iyileştirilmesi bakımından teşvik edici etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, Amerikan kökenli iki farklı asma kombinasyonuna ait F1 hibrit tohumlarının çimlenme oranları üzerine en etkili GA₃ konsantrasyonunun belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan incelemelerde, her iki melez asma popülasyonu bakımından en yüksek ortalamaların %59,63 ile 1000 ppm (%56,34) ve 2000 ppm (%56,91) GA₃ uygulamaları ile aynı istatistiksel grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, farklı konsantrasyonlardaki GA₃ uygulamalarının Amerikan kökenli melez tohumlarında çimlenme özelliklerinin iyileştirilmesi bakımından etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışmanın, melezlemeyle elde edilen asma tohumlarının çimlenme düzeyinin artırılması amacıyla yürütülecek diğer araştırmaları kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Aynı zamanda bu çalışma, asma germplasm kaynaklarının daha etkin şekilde kullanılması ve genetik çeşitlilik kaybının önlenmesi bakımından asma anaç ıslahçılarının araştırmalarını kolaylaştıracak pratik bilgiler içermektedir.

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, Y.S. (2002). *Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık (Asma Fizyolojisi-1)*. Kavaklıdere Eğitim Yayınları: 5, Ankara, 444 sy.

- Ak, B., Özgüven, A., & Nikpeyma, Y. (1993). Antepfıstığı GA₃ uygulamalarının tohumların çimlenmeleri ve çöğürlerinin büyümeleri üzerine etkileri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8(2), 69-80.
- Akkurt, M., Keskin N., Shidfar M. & Çakır A. (2013). Effects of some treatments prior to stratification on germination in Kalecik Karası (*Vitis vinifera* L.) seeds. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 3(4), 9-13.
- Alkan, G., Algül, B.E., & Dalkılıç, Z. (2014). Pikan tohumlarının çimlenme hızının belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 11(2), 1-6.
- Altıntoprak A. & Ağaoğlu, Y.S., (1999). A research on germination abilities of seeds of Vinifera X Amerikan breeding. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Ankara, Türkiye, 14-17 Eylül 1999, ss. 979-982.
- Arteca, R.N. (2013). *Plant growth substances: principles and applications. Springer Science & Business Media*, New York, 332 sy.
- Bodenheimer, F.S. (1941). *Türkiye’de ziraate ve ağaçlara zararlı olan böcekler ve bunlarla savaş hakkında bir etüd. Bayur Matbaası*, Ankara, 347 sy.
- Chai, J. (2005). Comparison of germination rate and seedling percentage of different grape cultivars. *Hebei Journal of Forestry and Orchard Research* 20, 64–66+75. 10.3969/j.issn.1007-4961.2005.04.014.
- Conner, P.J. (2008). Effects of stratification, germination temperature, and pretreatment with gibberellic acid and hydrogen peroxide on germination of ‘Fry’ muscadine (*Vitis rotundifolia*) seed. *HortScience* 43, 853–856. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.3.853>.
- Çakır, A. (2011). *Bağcılıkta Abiyotik Stres Koşullarına Yönelik Melezlemelerden Kuraklık ve Tuz Stresine Toleranslı Ümitvar Tiplerin Elde Edilmesi (Tez no 299656)*. [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çalkan, Ö. (1998). *Bazı Üzüm Çeşitlerinde Farklı Çimlendirme Ortamlarında Çiçek Tozu ve Çekirdek Çimlenme Gücü Üzerine Araştırmalar (Tez no 77513)*. [Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çelik, H. (1996). Bağcılıkta Anaç Kullanımı ve Yetiştiricilikteki Önemi. *Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Anadolu Dergisi* 6(2), 127-148.
- Çelik, H. (2001). Effect of bottom heating, germination medium and gibberellic acid treatments on germination of Isabella (*Vitis labrusca* L.) grape seeds. *Pakistan journal of biological sciences* 4(8), 953-957. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2001.953.957>.
- Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., & Söylemezoğlu, G. (1998). *Genel Bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi: 1*, Ankara, 253 sy.
- Çelik, M. (2014). The effects of stratification periods and GA₃ (Gibberellic acid) applications on germination of seeds of some grape cultivars. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special 1*, 1118-1122.
- Çelik, S. (2011). *Bağcılık (Ampeloloji)*. *Avcı Ofset*, İstanbul, 428 sy.
- Duman, İ. (2006). Domates tohumlarında çimlenme ve fide çıkışının iyileştirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. www.tuam.ege.edu.tr/dergi/dergil/domates. İzmir.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. & Roberts, E.H. (1983). A note on the development of a practical procedure for promoting the germination of dormant seed of grape (*Vitis* spp.). *Vitis* 22, 211–219. <https://doi.org/10.5073/vitis.1983.22.211-219>.
- Ergenoğlu, F., & Gürsoy, S. (1991). Akdeniz Bölgesi Bağcılığının Fidan Sorunu (Sözlü bildiri). T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Türkiye 1. Fidancılık Sempozyumu, Tokat, Türkiye, 26-28 Ekim 1987, ss. 85-95.
- Ergül, A. (1992). Bağcılıkta Melezleme Islahı. Yüksek Lisans Semineri, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Eriş, A. (1990). Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları No 11. Bursa.
- Fang, J., & Liu, C. (2014). *Grape Genetics, Breeding and Genomics. Jiangsu Science & Technology Press*, Nanjing, 250 sy.
- Fidan, Y. (1985). *Özel Bağcılık. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 930 Ders Kitabı No: 265*, Ankara, 401 sy.
- Fort, K., Fraga, J., Grossi, D. & Walker, M.A. (2017). Early Measures of Drought Tolerance in Four Grape Rootstocks. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 142(1), 36–46. <https://doi.org/10.21273/JASHS03919-16>.
- Galet, P. (1998). Grape varieties and rootstock varieties. Oenoplurimédia, Chaintré, France.
- Gao, K., Li, H., & Nan, H. (2014). Study on chilling requirements and germination characteristics of Chardonnay grape seeds. *North. Fruits*, 04 4–6. 10.3969/j.issn.1001-5698.2014.04.002.
- Generoso, A.L., Viana, A.P., Carvalho, V.S. & da Costa Júnior, O.D. (2019). In vitro germination to overcome dormancy in seeds of ‘Red Globe’, ‘Italia’ and ‘Niagara Rosada’ grapes. *Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabal* 41(5), 1-6. <https://doi.org/10.1590/0100-29452019495>.
- Gerçekçioğlu, R., & Çekiç, Ç. (1999). The effects of some treatments on germination of mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) seeds. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23: 145-150.

- İpek, A., Kaya, M.D., & Gürbüz, B. (2008). Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) ve Kimyon (*Cuminum cyminum* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine tohum yağı ve GA₃ uygulamalarının etkileri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım bilimleri Dergisi* 14(4), 57-61.
- İpek, A., Sarıhan, E.O., & Gürbüz, B. (2005). Relationship between seed age and germination rate in great burdock (*Arctium lappa*). *Indian journal of agricultural science* 75(10), 691-692.
- Jacobsen, J.V., Pearce, D.W., Poole, A.T., Pharis, R.P. & Mander, I.N. (2002). Abscisic acid, phaseic acid and gibberellin contents associated with dormancy and germination in barley. *Physiologia Plantarum* 115, 428-441. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2002.1150313.x>
- Kara, Z., Yazar, K., Doğan, O. & Vergili, E. (2020). Sodium Nitroprusside and Gibberellin Effects on Seed Germination and Seedling Development of Grapevine (*Vitis vinifera* L.) cvs. Ekşi Kara and Gök Üzüm. *Erwerbs-Obstbau* 62, 61-68. <https://doi.org/10.1007/s10341-020-00497-8>.
- Karauz, A. (2013). *Melezleme Islahı ile Elde Edilen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Ebeveyn Analizleri ve Çekirdeksiz Fertlerin Marköre Dayalı Seleksiyonu (Tez no 328276)*. [Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karipçin, M.Z. (2009). *Yerli Ve Yabani Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi (Tez no 244373)*. [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Lin, L., Zhang, Y., Huang, Y., Peng, H., & Hu, J. (2009). A comparative study on seed germination in different grape cultivars. *Guangxi Agricultural Sciences* 40, 1590-1592. <https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-1191.2009.12.021>.
- Liu, H., & Wang, Y. (2001). Effect of medicament treatments on grape seed germination. *Deciduous Fruits* 33: 10-11. 10.13855/j.cnki.lygs.2001.05.006.
- Ma, L., Zhao, W., Sun, L., Gao, S., & Zhao, H. (2014). Effects of seed dressing agent on germination and seedling formation of grape hybrid seeds. *China Fruits* 1, 34-36. 10.16626/j.cnki.issn1000-8047.2014.01.020.
- Manivel, L. & Weaver, R.J. (1974). Effect of growth regulators and heat on germination of Tokay grape seeds. *Vitis* 12, 286-290. <https://doi.org/10.5073/vitis.1973.12.286-290>.
- Maraslı, B. (1992). *Çavuş Üzüm Çeşidinde Tohum Taslakları ve Embriyo Gelişimi ile Boş Çekirdeklilik Arasındaki İlişkiler Üzerinde Araştırmalar (Tez no 22808)*. [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Meneses, M., García-Rojas, M., Muñoz-Espinoza, C., Carrasco-Valenzuela, T., Defilippi, B., González-Agüero, M., Meneses, C., Infante, R., & Hinrichsen, P. (2020). Transcriptomic study of pedicels from GA₃-treated table grape genotypes with different susceptibility to berry drop reveals responses elicited in cell wall yield, primary growth and phenylpropanoids synthesis. *BMC Plant Biology* 20(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-2260-6>.
- Meşe, N., & Tangolar, S. (2019). Bazı amerikan asma anaçlarının kurağa dayanımının in vitro'da polietilen glikol kullanılarak belirlenmesi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi* 29, 3. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.559174>.
- Mitchell, J.W., Skaggs, D.P., & Anderson, W.P. (1951). Plant growth stimulating hormones in immature seeds. *Science* 114, 159. <https://doi.org/10.1126/science.114.2954.159>.
- Mullins, M.G., Bouquet, A., & Williams, L.E. (1992). *Biology of the grapevine*. Cambridge University Press, Cambridge, 239 sy.
- Okatan, V. (2017). GA₃ Uygulamalarının malta eriği (*Eriobotrya japonica*) tohumlarının çimlenmesi ve çöğür gelişimi üzerine etkileri. *GÜ Fen Bilimleri Dergisi* 7(2), 309-313. 10.17714/gufbed.2017.07.020.
- Okay, Y., & Günöz, A. (2009). Gölbaşı'na endemik *Centaurea tchihatcheffii* Fisch. et Mey. tohumlarının çimlenmesi üzerine bazı uygulamaların etkisi. *AÜ Ziraat Fakültesi Tarım bilimleri Dergisi* 15(2), 119-126. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001081.
- Oral, E., Altuner, F., Tunçtürk, R., & Baran, İ. (2020). Gibberellik Asit (GA₃) ön uygulamasına tabi tutulmuş kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tohumunda tuz (NaCl) stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 23(2), 349-356.
- Ott, H.W. (1988). *Noise Reduction Techniques in Electronic Systems*. Wiley-Interscience, New York.
- Özen, H., & Onay, A. (1999). *Bitki büyüme ve gelişme fizyolojisi*. Dicle Üniversitesi Basımevi, Diyarbakır, 167 sy.
- Pan, X., Li, D., & Zhang, W. (2010). Effect of GA₃ on seed germination characteristic of *V. davidii* and *V. adenoclada*. *Guizhou Agricultural Sciences* 38, 184-186. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-3601.2010.04.054>.
- Pan, X., Zhang, W., & Pan, W. (2007). Effect of Exogenous Growth Regulator on Seed Germination of Guizhou Wild Vitis (*Vitis quinquangularis*). *Seed* 26, 25-27. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-4705.2007.01.008>.
- Pongrácz, D.P. (1983). *Rootstocks for grape-vines*. David Philip, Cape Town, South Africa.

- Sabır, A. (2011). Influences of self- and cross pollinations on berry set, seed characteristics and germination progress of grape (*Vitis vinifera* cv. Italia). *International Journal of Agriculture And Biology* 13, 591-594. <https://doi.org/10-625/2011/13-4-591-594>.
- Sabır, A., & Kara, Z. (2011). Gibberelik asit ve nanoteknolojik kalsit uygulamalarının asma tohumlarının çimlenmeleri üzerine etkileri. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Şanlıurfa, Türkiye, 4-8 Ekim 2011, ss. 135-139.
- Sarihan, E.O., Ipek, A., Khawar, K.M., Atak, M., & Gurbuz, B. (2005). Role of GA₃ and KNO₃ in improving the frequency of seed germination in *Plantago lanceolata* L. *Pakistan Journal of Botany* 37(4), 883-887.
- Seçkin Dinler, B., & Çetinkaya, H. (2020). Bitkilerde gibberellik asit hormonunun sentezi, sinyal iletimi ve tuz stresi altındaki etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi* 15(1), 56-63.
- Singh, S.N. (1961). Germination of grape (*Vitis vinifera* L.) hybrid seeds by chilling. *Current Science* 30, 62.
- Spiegel-Roy, P. (1987). Effect of cyanamide in overcoming grape seed dormancy. *Journal of Horticultural Sciences* 22, 208-210. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.22.2.208>.
- Uslu, İ., Samancı, H., Demiray, T., & Gökçay, E. (1995). *Melezleme yolu ile sofralık yeni üzüm çeşitlerinin elde edilmesi*. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, No 56.
- Uzun, H.İ., Özer, N., Akkurt, M., Özer, C., Aydın, S., & Aktürk, B. (2018). Üzüm çekirdeklerinin çimlendirilmesinde etkili ve pratik bir yöntem: kutuda çimlendirme (Sözlü bildiri). Türkiye 9. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, Ankara, Türkiye, 11-14 Eylül 2017, Bahçe 47, Özel Sayı 1, ss. 267-272.
- Ülgen, K. (1962). *Bağ Phylloxera'sının morfolojisi ve biyolojisi üzerinde Karadeniz Bölgesi ve Fransa'da (Montpellier'de) araştırmalar*. Samsun. T.C. Tarım Bakanlığı Samsun Zir. Müc. Enst. Müd. Yayınları. T.C. Tarım Bakanlığı, Samsun Ziraat Mücadele Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Sayı: 6, Samsun, 55 sy.
- Vergili, E. (2019). *Ekşi Kara ve Gök Üzüm Çeşidi (Vitis vinifera L.) Tohumlarının Çimlenmelerine Meyve Gelişme Döneminde Bor ve Çinko Uygulamaları ile Tohumun Katlanması Sonrasında Gibberellik Asit ve Sodyum Nitroprusside Uygulamalarının Etkileri (Tez no 574870)*. [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Wang, Q., Wang, Y., Ma, J., & Ye, F. (2008). Studies on germination characteristics and kanamycin resistance of 'Jingya' Grapevine. *Journal of Xinjiang University (Natural Science Edition)* 25, 96-99.
- Wang, W., Xiong, H., Sun, K., Zhang, B., & Sun, M.X. (2021). New insights into cell-cell communications during seed development in flowering plants. *Journal of Integrative Plant Biology* 64(2), 215-229. <https://doi.org/10.1111/jipb.13170>.
- Wang, W.Q., Song, S.Q., Li, S.H., Gan, Y.Y., Wu, J.H. & Cheng, H.Y. (2011). Seed dormancy and germination in *Vitis amurensis* and its variation. *Seed Science Research* 21, 255-265. <https://doi.org/10.1017/S0960258511000225>.
- Wang, Z.L., Hui, M., Shi, X.Q., Wu, D., Wang, Y., Han, X., Cao, X., Yao, F., Li, H., & Wang, H. (2022). Characteristics of the Seed Germination and Seedlings of Six Grape Varieties (*V. vinifera*). *Plants* 11, 479. <https://doi.org/10.3390/plants11040479>.
- Watkinson, J.I. & Pill, W.G. (1998). Gibberellic acid and presowing chilling increase seed germination of Indiangrass [*Sorghastrum nutans* (L.) Nash.]. *HortScience* 33(5), 849-851. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.33.5.849>.
- Wurzbarger, J., Leshem, Y., & Koller, D. (1974). The role of gibberellin and the hulls in the control of germination in *Aegilops kotschy* caryopses. *Canadian Journal of Botany* 52(7), 1597-1601. <https://doi.org/10.1139/b74-209>.
- Yalvaç, T. & Kelen, M. (2009). The effects of some applications on the germination and growth rate of grape seeds. *Journal of plant and environmental sciences* 2, 64-70.
- Yang, C., Shang, K., Lin, C., Wang, C., Shi, X., Wang, H., & Li, H. (2021). Processing technologies, phytochemical constituents, and biological activities of grape seed oil (GSO), A review. *Trends in Food Science & Technology* 116, 1074-1083. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.09.011>.
- Yen, S., & Carter, O. (1972). The effect of seed pretreatment with gibberellic acid on germination and early establishment of grain sorghum. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 12 (59), 653-661. <https://doi.org/10.1071/EA9720653>.
- Zhang, J., Wang, Y., Shi, L., Cheng, L., & Li, K. (2009). Comparison of grape seed seedling methods. *Sino-Overseas Grapevine Wine* 7, 33-37.
- Zhang, Y., Song, J., & Yan, F. (2008). Preliminary Study on Germination Rate of Fresh Grape Seed by GA₃. *Journal of Henan Institute of Science and Technology* 36, 36-37. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-6060-B.2008.03.014>.



Kısıtlı Su Stresi Altında Yağ Gülü (*Rosa x damascena* Mill.) Fidanlarının Morfolojik Tepkileri ile Toplam Klorofil ve Fenolik İçeriklerinin Değişimi

Tuğba TİRYAKI¹, Fatma YILDIRIM^{2*}, Civan ÇELİK³

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 32200 Isparta, ²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 32200 Isparta, ³Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 32200 Isparta

¹<https://orcid.org/0000-0001-6475-0669>, ²<https://orcid.org/0000-0001-7304-9647>, ³<https://orcid.org/0000-0002-1696-5902>

✉: fatmayildirim@isparta.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, su stresi altında yağ gülü (*Rosa x damascena* Mill.) fidanlarında meydana gelen morfolojik ve biyokimyasal değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Üç farklı sulama seviyesi, serada polietilen tüpler içerisinde bulunan bir yaşlı yağ gülü fidanlarına sekiz hafta boyunca uygulanmıştır. Bunlar; kontrol olarak tam sulama (saksı tarla kapasitesinin (STK) %100'ü) ve iki farklı seviyede kısıtlı su uygulaması (STK'nin %50'si ve STK'nin %25'i). Eksilen su miktarı her 3 günde bir verilmiştir. Çalışmada deneme sonunda; fidan boyu, sürgün sayısı, gövde çapı, yaprak alanı ve SPAD değerleri ölçülmüştür. Denemenin 35., 57. ve 75. günlerinde yapraklarda klorofil a, klorofil b, klorofil a+b, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içerikleri analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre fidan boyu ve yaprak SPAD değerleri kontrol uygulamasında (%100 SK) nispeten yüksek (sırasıyla 74.13 cm ve 40.86) saptanmıştır. En yüksek sürgün sayısı %25 SK uygulamasında (1.55 adet/bitki) belirlenmiştir. %50 STK ve %25 STK uygulamaları kontrol uygulamaya göre her üç analiz döneminde de klorofil a, klorofil b ve klorofil a + b, toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriklerini önemli ölçüde düşürmüştür. 35. gün analiz sonuçlarına göre 75. gün analizlerinde klorofil içerikleri korunurken, toplam fenolik ve flavonoid içeriklerinde azalma saptanmıştır.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 05.10.2022

Kabul Tarihi : 27.02.2023

Anahtar Kelimeler

Fenolik
Flavanoid
Klorofil
Morfoloji
Su stresi

Morphological Responses and Variation of Total Chlorophyll and Phenolic Contents of Oil Rose (*Rosa x damascena* Mill.) Saplings under Water-Restricted Stress

ABSTRACT

This study aimed to determine the morphological and biochemical changes that occur in oil rose (*Rosa x damascena* Mill.) saplings under water stress. Three different irrigation levels were applied to one-year-old oil rose saplings in polyethylene tubes in the greenhouse for eight weeks. These are full irrigation as control (100% of pot field capacity (PFC)) and two different levels of restricted water treatment (50% of PFC and 25% of PFC). The amount of water lost was given every 3 days. At the end of the trial in the study; plant height, number of shoots, stem diameter, leaf area, and SPAD values were measured. The experiment's 35th, 57th, and 75th days were analyzed chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll a+b, total phenolic content, and flavonoid contents. According to the data obtained from the study, seedling height and leaf SPAD values were found to be relatively high (74.13 cm and 40.86, respectively) in the control treatment (100% PFC). The highest shoot number was determined in 25% PFC treatment (1.55 units/plant). 50% PFC and 25% PFC treatments significantly decreased chlorophyll a, chlorophyll b, and chlorophyll a + b, total phenolic, and total flavonoid contents in all three analysis periods compared to the control application. According to the results of the 35th-day analysis, while the chlorophyll content was preserved in the 75th-day analysis, a decrease was found in the total phenolic and flavonoid contents.

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 05.10.2022

Accepted : 27.02.2023

Keywords

Phenolic
Flavanoid
Chlorophyll
Morphology
Water stress

Atıf Şekli:	Tiryaki, T., Yıldırım, F., Çelik, C., (2023) Kısıtlı Su Stresi Altında Yağ Gülü (<i>Rosa x damascena</i> Mill.) Fidanlarının Morfolojik Tepkileri ile Toplam Klorofil ve Fenolik İçeriklerinin Değişimi. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg</i> 26 (4), 778-787. https://doi.org/10.18016/ksutarimdogava.vi.1184637
To Cite :	Tiryaki, T., Yıldırım, F., Çelik, C., (2023). Morphological Responses and Variation of Total Chlorophyll and Phenolic Contents of Oil Rose (<i>Rosa x damascena</i> Mill.) Saplings under Water-Restricted Stress. <i>KSU J. Agric Nat</i> 26(4), 778-787. https://doi.org/10.18016/ksutarimdogava.vi.1184637

GİRİŞ

Rosa x damascena Mill. Rosaceae familyasının *Rosa* cinsi içerisinde yer almaktadır. Dünyada Damask gülü (Şam gülü) olarak bilinen *R. x damascena* ekonomik önemi yüksek uçucu yağ bitkisidir. Türkiye’de Pembe yağ gülü, Yağ gülü, Kazanlı gülü, Şam gülü ve Isparta gülü olarak da adlandırılmaktadır (Baydar, 2016; Özçelik, 2014). Yabani olarak Suriye, Fas, Endülüs, İran ve Kafkasya’da yetişmektedir (Babaei ve ark., 2007). Yağ gülü başta Türkiye ve Bulgaristan olmak üzere Fas, Mısır, İran, Suriye, Hindistan, Pakistan ve Kafkaslar’da gülyağı elde etmek için endüstri amaçlı üretilmektedir. Ayrıca son yıllarda tıbbi amaçlı yetiştiriciliği de söz konusudur. Bu ülkelerin üretim miktarları bilinmemektedir. Türkiye’de 2020 yılında 41.320 da alanda 18.202 ton yağ gülü çiçeği üretilmiştir (TÜİK, 2020).

Yağ gülü; pembe renkli, yarım katmerli ve kuvvetli kokulu çiçeklere sahiptir. Bu çiçeklerden (çiçek sapı, çiçek örtü yaprakları ve üreme organları ayırılarak edilmeden) elde edilen uçucu yağ, kozmetik ve parfümeri sektörünün önemli bir ham maddesini oluşturmaktadır. Günümüzde gül yağından gül suyu ve gül kremi, sabun, parfüm, losyon, deterjan, oda spreylelerinin yanı sıra Van mutfağı gibi bir çok alanda koku ve tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Özçelik, 2014; Alp ve ark., 2015).

Stres genellikle bitkinin üzerinde negatif etki oluşturan çevresel etmen olarak tanımlanmaktadır (Taiz & Zeiger, 2008). Doğaları gereği stres etmeninden uzaklaşarak kaçınma gibi yeteneği olmayan bitkiler, hayvanlardan farklı olarak strese direkt maruz kalırlar. Bitkilerde stres oluşturan faktörler; abiyotik ve biyotik olmak üzere iki temel kategoride toplanmaktadır (Gökkaya, 2016). Abiyotik stres faktörleri; fiziksel ve kimyasal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Fiziksel abiyotik faktörler; kuraklık, sıcaklık, radyasyon, su baskını, mekanik etkiler (rüzgâr, kar ve buz örtüsü), kimyasal abiyotik faktörler ise; hava kirliliği, bitki besin elementleri, pestisitler, toksinler, tuzlar ve pH’dır. Biyotik stres faktörleri de; yabancı bitkiler, böcekler, mikroorganizmalar (virüs, bakteri ve mantarlar), hayvanlar ve hastalıklardır (Lichtenthaler, 1996; Lawlor, 2002; Kacar ve ark., 2013).

Kuraklık stresi en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir ve kullanılabilir tarım alanlarını en fazla etkileyen çevresel stres faktörlerinin başında (%26 oranında) gelmektedir (Kalefetoğlu & Ekmekçi, 2005). Dünyada kurak ve

yarı kurak alanlar, nem eksikliğinden ve yüksek değişkenlikteki yağıştan dolayı kuraklığa daha fazla maruz kalırlar. Özellikle yarı kurak bölgelerde belirli dönemlerde ortaya çıkan kuraklık, önemli bir afet hâline dönüşebilmektedir. Ayrıca %70’i tarımda kullanılan tatlı su kaynaklarının, nüfus artışı ve küresel ısınma nedeniyle ciddi şekilde azalması öngörülmektedir. 2050’ye kadar dünyada su talebinin %55 artacağı rapor edilmiştir (Smedley, 2017). Bu durum kuraklık ile ilgili endişeleri giderek artırmaktadır. Dramatik olarak yarı kurak iklim kuşağında bulunan Türkiye’de de yükselen sıcaklık ve azalan yağış miktarına bağlı olarak meydana gelen kuraklıktan etkilenmektedir (Öztürk, 2015).

Bitkiler kuraklıkla veya su kısıtı ile karşılaştığı zaman morfolojik, fizyolojik ve moleküler seviyelerde farklı tepkiler vermektedirler. Bitkiler tarafından kuraklık stresine verilen ilk tepki yaprak su içeriğinde ve turgorda meydana gelen kayıplar nedeniyle stomaların kapanması şeklinde olmaktadır (Jaleel ve ark., 2009; Akıncı & Lösel, 2012). Stomaların kapanması ve CO₂ içeriğinde azalma ile birlikte stresin şiddetine bağlı olarak fotosentez de engellenmekte ve hatta bitki ölümlerine yol açabilmektedir (Jaleel ve ark., 2009). Yine kurak koşullarda fotosentezde önemli rol oynayan klorofil pigmentinde bozulmalar meydana gelmektedir (Anjum ve ark., 2011; Marcińska ve ark., 2013). Bunun sonucunda bitki büyüme oranında, gövde uzamasında, yaprak alanında ve stoma açıklığında azalma olmaktadır. Buna karşın toprak içerisinde daha derinlerdeki suya ulaşabilmek için köklerde uzama görülmektedir.

Türkiye’de yağ gülü yetiştiriciliği en fazla Göller Bölgesi’nde yar alan Isparta ilinde gerçekleştirilmektedir. İlde, 2020 yılında 33.175 da alanda 15.343 ton gül çiçeği üretilmiştir. Isparta ili yarı kurak bir iklim rejimi göstermekte olup, Akdeniz iklim sınıflandırmasına göre kuraklık indeksi 0.98’dir. Isparta’da yağ gülü yetiştiriciliği genellikle sulanmayan 2. 3. ve 4. sınıf eğimli ve kıraç arazilerde genellikle sulama olmadan yapılmaktadır (Kart ve ark., 2012). Dolayısıyla sulanmadan yapılan yetiştiricilikte zaman zaman ilkbahar ve yaz aylarında görülen düzensiz ve yetersiz yağışlar nedeniyle yaşanan kuraklıklar üretim ve verim sorunlarına neden olmaktadır. Ayrıca özellikle yeni dikilen yağ gülü fidanlarının daha çok etkilendiği ve kurumalarının meydana geldiği bildirilmektedir. Yağ gülünde yapılan bir çalışmada, su eksikliğinde verimde önemli azalmalar meydana geldiği

belirlenmiştir (Uçar ve ark., 2017). Yine *R. damascena*'nın kuraklığa olan toleransının araştırıldığı bir çalışmada stresle yaprak sayısı ve yaprak alanının ilişki olduğu bildirilmiştir (Babaei ve ark., 2007).

Bu çalışmada, yağ gülünün farklı kısıtlı su düzeyleri ile oluşturulan su stresine karşı geliştirdiği tolerans bazı morfolojik ve fizyolojik parametreler ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ) Ziraat Fakültesi, Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi (TARUM)'ne ait yandan manuel havalandırılmalı cam serada, 2017 yılında yürütülmüştür. Deneme alanı 37.83° enlemi ile 30.53° boylamı arasında yer almakta olup rakımı 1035 m civarındadır. Çalışmanın bitkisel materyalini Isparta'da (Türkiye) yetiştiriciliği yapılan yağ gülünün (*Rosa x damascena* Mill.)'ni bir yaşlı tüplü fidanları oluşturmuştur. Fidanlar içerisinde kum: toprak: torf ile 1:2:1 oranında hazırlanan harçla doldurulmuş 8 litrelik 25x50 cm boyutlarında altları delik polietilen tüplere dikilerek, cam seraya nakledilmiştir. Denemede kullanılan ortam hafif alkali, kireci çok yüksek, tuzsuz, organik maddesi iyi olup, tınlı yapıya sahiptir. Sulama suyunun kalite sınıfı ABD tuzluluk laboratuvarı grafik sistemine göre C2S1 sulamaya elverişli sınıfına girmektedir (Uçar ve ark., 2017).

Araştırmada, saksılarda bulunan bir yaşındaki fidanlara üç ay boyunca farklı kısıtlı su uygulamaları yapılmıştır; 1) Kontrol uygulaması (%100 saksı tarla kapasitesi), 2) İki farklı kısıtlı su uygulaması (%50 ve %25 saksı tarla kapasitesi). Sulama uygulamalarına Eylül ayının başında (1.09.2017) başlanmış, Kasım ayının ikinci haftası (15.11.2017) son verilmiştir. Sulamalar 3 günde bir saksı kapasitesinden eksilen suyun tamamlanması şeklinde yapılmıştır.

Metod

Morfolojik özellikler

Araştırmada deneme sonunda morfolojik özellikler olarak; bitkilerin fidan boyu (cm) cetvel ile, fidan

gövde çapı (mm) digital kumpas ile, sürgün sayısı (adet/bitki) ana gövde üzerinde meydana gelen sürgünler sayılarak, yaprak alanı (cm²) autocad programı ile ve yaprak SPAD değeri bir klorofilmetre ile (SPAD 502) ölçülmüştür.

Biyokimyasal özellikler

Yaprak Örneklerinin Alınması: Fidanlardan üç farklı dönemde 35. gün, 57. gün ve 75. gün bitki üzerindeki gelişmiş yaprak örnekleri alınmış ve bu örneklerde klorofil içerikleri, toplam fenolik ve toplam flavanoid içerikleri analiz edilmiştir. Yapraklar saf sudan yıkandıktan sonra sıvı azot içerisinde dondurulmuş ve analizler yapılana kadar -80 °C' de muhafaza edilmiştir.

Klorofil içeriği, Zhang ve Huang (2013) belirttiği metoda göre %100 DMF kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar; mg/g olarak ifade edilmiştir.

Toplam fenolik madde içeriği, Singleton ve Rossi (1965)'nin belirlediği metoda göre Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, Gallik asit standardına göre hesaplanmış ve mg/g olarak ifade edilmiştir.

Toplam flavonoid madde içeriği, Zhishen ve ark. (1999)'nin belirttiği metoda göre yapılmıştır. Sonuçlar, kateşin standardına göre hesaplanıp mg/g olarak ifade edilmiştir.

Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme Tesadüf Blokları Deneme Deseninde Faktöriyel Düzeninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Elde edilen veriler, MİNİTAB 17 istatistik programında tek yönlü varyans analiz yöntemine tabi tutulmuştur. Ortaya çıkan farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testine göre saptanarak, ortalamalar arasındaki farklar farklı harfler yardımıyla gösterilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Morfolojik özellikler: Deneme sonunda morfolojik ölçümler olarak fidan boyu, gövde çapı, sürgün sayısı, yaprak alanı ve yaprak SPAD değerleri belirlenmiş, sonuçlar Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Su stresi uygulamalarının fidan boyu, gövde çapı, yaprak alanı ve yaprak SPAD değeri üzerine etkileri
Table 1. The effects of water stress treatments on saplings height, stem diameter, leaf area and leaf SPAD value

Su Stresi Uygulamaları (% STK)	Fidan Boyu (cm)	Gövde Çapı (mm)	Sürgün Sayısı (adet/bitki)	Yaprak Alanı (cm ²)	Yaprak SPAD Değeri
100 (Kontrol)	74.13±1.88	5.48±0.26	1.11±0.22	10.21±0.14	40.86a*±1.86
50	70.25±4.63	5.92±0.28	1.25±0.28	10.50±0.95	34.60b±2.65
25	72.67±3.01	5.56±0.10	1.55±0.22	9.49±0.82	36.49ab±2.02

STK: Saksı Tarla Kapasitesi; *: Aynı sütun içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik anlamda fark yoktur (p<0.05).

Su stresinin bitki büyümesi ve gelişmesini azalttığı bilinmektedir ve yapılan birçok çalışmada da bitki

boyunun ve yaprak alanının su stresi ile birlikte azaldığı ortaya konmuştur (Fernandez ve ark., 1997;

Arzani & Arji, 2000; Babalık, 2012; Çerçi, 2012; Küçükyumuk ve ark., 2015; Gür, 2018). Bu çalışmada fidan boyu, gövde çapı, sürgün sayısı ve yaprak alanı bakımından farklı su düzeyi uygulamaları arasında önemli farklar çıkmamıştır (Çizelge 1). Ancak nispeten en yüksek fidan boyu (74.13 cm) tam sulamanın yapıldığı kontrol bitkilerinde ölçülmüştür. Yağ gülünde yapılan bir çalışmada %50 su kısıtı uygulamasının kontrol uygulamasına göre bitki boyunu önemli derecede azalttığı belirlenmiştir (Hassan ve ark., 2018). Ayrıca en düşük yaprak alanı değeri %25 STK uygulamasında (9.49 cm²) saptanmıştır. Çalışmada, fidanların büyüme ve gelişmesi bakımından uygulamalar arasında belirgin farklar oluşmamıştır. Ancak özellikle %25 STK su stresi uygulanan fidanların gövdelerinde daha fazla sürgün ve diken olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, morfolojik özelliklerde su stresi uygulamaları arasında belirgin farkların oluşmaması yağ gülünün kuraklığa toleransının yüksek olması ve kısıtlı sulama yapılan fidanların suyu etkin kullanmasına bağlanabilir. Nitekim yağ gülünde yapılan bir çalışmada en yüksek su kullanım randımanı (WUE) %40 su kısıtı altında bulunan bitkilerde saptanmıştır (Uçar ve ark., 2017). Diğer bazı türlerde de benzer sonuçlar bildirilmiştir. Örneğin ponderosa çamı (*Pinus ponderosa* Dougl.) ve büyük adaçayı (*Artemisia tridentata* Nutt.) üzerine yapılan bir başka çalışmada, kuraklık altında yetiştirilen bitkilerin iyi sulananlara göre daha fazla WUE değerine sahip olduğu bildirilmiştir (Delucia & Heckathorn, 1989).

SPAD bitki yapraklarının klorofil düzeyini ölçen bir klorofilmetredir. Yaprığın yeşil renk yoğunluğu (SPAD değeri) ile toplam klorofil içeriği arasında yakın ilişki bulunmaktadır (Erdal ve ark., 2014). Kurak koşullarda fotosentezde önemli rol oynayan klorofil pigmentinde bozulmalar meydana gelmektedir (Anjum ve ark., 2011; Marcińska ve ark., 2013). Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre

uygulamalar arasında sadece SPAD değerinde önemli düzeyde farklılık bulunmuştur (Çizelge 1). Buna göre en yüksek SPAD değeri %100 STK kontrol uygulamasında saptanmış olup, %50 STK ve %25 STK uygulamaları SPAD değerlerini önemli derecede düşürmüştür. Benzer sonuçlar önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Çerçi, 2012; Bolat ve ark., 2014; Pouyafard ve ark., 2016; Alaboz ve ark., 2017; Faaek, 2018; Gür, 2018).

Klorofil İçerikleri: Çalışmada, su stresi altında yağ gülü yapraklarının klorofil a, klorofil b ve klorofil a+b içerikleri belirlenmiş, sonuçlar Şekil 1, 2 ve 3'te sunulmuştur. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre her üç analiz döneminde de uygulamalar arasında önemli düzeyde farklar çıkmıştır. Kısıtlı su uygulamaları kontrol uygulamaya göre klorofil içeriklerini önemli derecede linear şekilde azaltmıştır. Buna göre her üç dönemde de en yüksek klorofil a (sırasıyla, 28.85, 27.81 ve 28.83 mg/g), klorofil b (sırasıyla, 53.261, 53.595 ve 52.565 mg/g) ve klorofil a+b (sırasıyla 82.120, 81.409 ve 81.404 mg/g) içeriği %100 STK uygulamasında belirlenirken, en düşük klorofil a (sırasıyla, 26.37, 26.14 ve 26.80 mg/g), klorofil b (sırasıyla 51.417, 51.414 ve 50.537 mg/g) ve klorofil a+b (sırasıyla 77.802, 77.557 ve 77.344 mg/g) içerikleri ise %25 STK uygulamasında bulunmuştur. Her üç uygulamada da dönem ilerledikçe klorofil a+b içerikleri nispeten azalmıştır (Şekil 1, 2 ve 3). Bununla birlikte klorofil a içeriği her üç uygulamada da 35. gün analizlerine göre 57. günde azalma gösterirken, 75. günde tekrar artmıştır. Bu artış kontrol uygulamada 35. gün analizleriyle benzer seviyede; %50 STK ve %25 STK uygulamalarında ise nispeten yüksek seviyede gerçekleşmiştir. Buna karşın klorofil b içeriği ise 35. gün analizlerine göre 57. günde artarken, 75. günde azalmıştır. Bu azalma 35. gün analizlerinden daha düşük seviyede olmuştur. Klorofil a+b içeriği de 57. günde azalırken, 75. günde benzer seviyede kalmıştır (Şekil 1, 2 ve 3).



Şekil 1. Farklı su düzeylerinde klorofil a (mg/g) içeriğinin dönemlere göre değişimi
Figure 1. Changing chlorophyll a (mg/g) content according to periods at different water levels



Şekil 2. Farklı su düzeylerinde klorofil b (mg/g) içeriğinin dönemlere göre değişimi
Figure 2. Changing chlorophyll b (mg/g) content according to periods at different water levels



Şekil 3. Farklı su düzeylerinde klorofil a+b (mg/g) içeriğinin dönemlere göre değişimi
Figure 3. Changing chlorophyll a+b (mg/g) content according to periods at different water levels

Klorofiller (yeşil pigmentler) fotosentetik canlılarda bulunan tipik pigmentlerdir ve ışık soğurma, enerji ve elektron aktarımı gibi görevlerde rol alırlar (Gülser & Alp, 2019). Yeşil bitkilerde fotosentezde önemli rol oynayan pigmentler klorofil a ve klorofil b'dir. Klorofiller metabolik birtakım reaksiyonlar sonucu sentezlenirler (Taiz & Zeiger, 2008). Su klorofil sentezi için en önemli faktörlerden biridir ve bitkideki su miktarı protoklorofillerin oranını önemli derece etkilemektedir. Hatta az bir su kısıtlamasında pigment oluşumu önemli ölçüde azalabilmektedir (Virgin, 1965). Yapılan birçok çalışmada kuraklık stresi altında klorofil miktarında azalışlar olduğu saptanmıştır. (Ali ve ark., 2014; Çerçi, 2012; Sibomana ve ark., 2013; Bolat ve ark., 2014; Faaek, 2018; Demir & Başayığit, 2020; Binici ve ark., 2022; Demir & Başayığit, 2022). Çerçi (2012)'ye atfen kuraklık stresinin altındaki bitkilerde klorofilin azalma sebebi olarak aktif oksijen radikallerinin kloroplastlara zarar vermesinden ileri gelmektedir. Bu çalışmada da diğer çalışmalarla uyumlu olarak su stresi altındaki fidanlarda hem klorofil a hem klorofil b hem de klorofil a+b önemli derecede düşmüştür. Benzer şekilde yağ gülünde yapılan başka bir çalışmada da %50 su düzeyi uygulamasının klorofil içeriğini önemli derecede azalttığı belirlenmiştir (Hassan ve ark., 2018). Nitekim bu çalışmada uygulanan su düzeyi ile klorofil içeriği arasında önemli ilişki çıkmıştır (Şekil 4, 5 ve 6). Buna göre

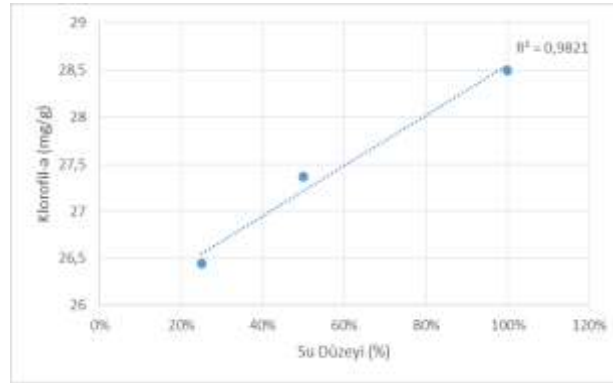
klorofil a, b ve a+b içerikleri uygulanan su düzeyi miktarının azalmasıyla birlikte doğrusal olarak azalmıştır. Bu durum klorofil içeriği ile su arasındaki ilişkiyi açıkça ortaya koymaktadır.

Toplam Fenolik ve Toplam Flavonoid: Bu çalışmada, su stresi altında yağ gülü yapraklarının toplam fenolik ve toplam flavonoid madde içerikleri belirlenmiş, sonuçlar Şekil 7 ve 8'de gösterilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre bu özellikler bakımından her üç analiz döneminde de uygulamalar arasında önemli düzeyde farklar çıkmış ve toplam fenolik ve flavonoid madde içerikleri, %50 STK ve %25 STK uygulamalarında, kontrol uygulamaya göre (%100) önemli düzeyde azalmıştır. Buna göre en yüksek toplam fenolik ve toplam flavonoid madde içerikleri her üç dönemde de %100 STK uygulamasında (sırasıyla, 10.314 ve 2.500, 9.120 ve 2.095, 7.144 ve 1.756 mg/g) saptanmıştır. En düşük toplam fenolik ve flavonoid madde içeriği ise %25 STK uygulamasında (sırasıyla 5.782 ve 1.165, 5.675 ve 1.101, 3.196 ve 1.011 mg/g) belirlenmiştir.

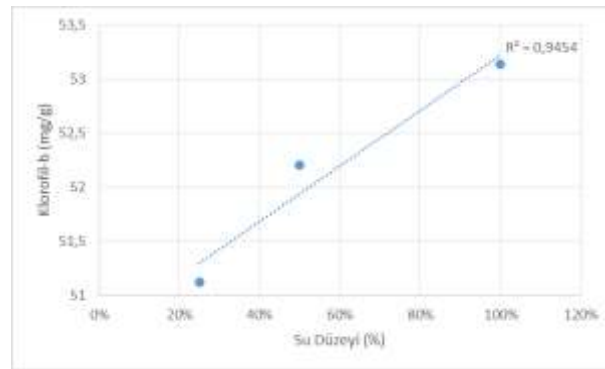
Kontrol uygulamasında dönem ilerledikçe toplam fenolik madde içeriği giderek azalmıştır (Şekil 7). Bununla birlikte %50 STK ve %25 STK uygulamalarında toplam fenolik madde içeriği 35. gün analizlerine göre 57. günde benzer seviyeler gösterirken 75. günde yarı yarıya varan bir şekilde azalmıştır. (Şekil 7). Toplam flavonoid madde içeriği

ise her üç uygulamada da dönem ilerledikçe azalma göstermiştir (Şekil 8). Ancak bu azalma %50 STK ve

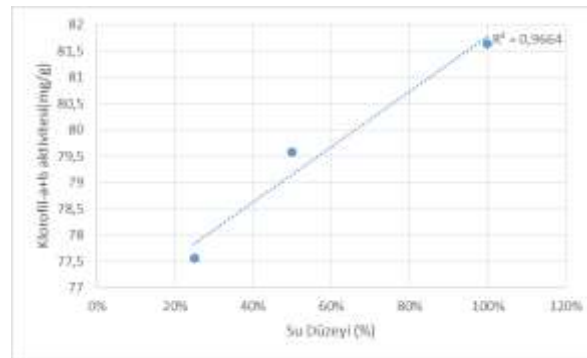
%25 STK uygulamalarında düşük değerlerde gerçekleşmiştir.



Şekil 4. Farklı su düzeyi uygulamaları ile klorofil a (mg/g) içeriği arasındaki ilişki
Figure 4. The relationship between different water level treatments and chlorophyll a (mg/g) content



Şekil 5. Farklı su düzeyi uygulamaları ile klorofil b (mg/g) içeriği arasındaki ilişki
Figure 5. The relationship between different water level treatments and chlorophyll b (mg/g) content



Şekil 6. Farklı su düzeyi uygulamaları ile klorofil a+b (mg/g) içeriği arasındaki ilişki
Figure 6. The relationship between different water level treatments and chlorophyll a+b (mg/g) content

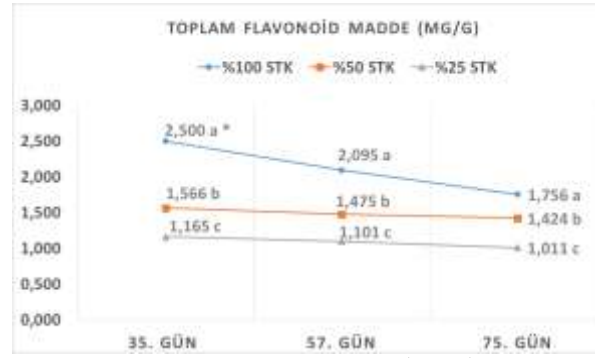
Toplam fenolik ve toplam flavonoid madde içerikleri ile su düzeyi arasındaki ilişki önemli çıkmıştır. Buna göre toplam fenolik ve falvonoid madde içerikleri, uygulanan su düzeyi miktarının azalmasıyla birlikte doğrusal olarak azalmıştır (Şekil 9 ve 10).

Bitkilerde bulunan antioksidant savunma mekanizmalarından biri de fenolik bileşiklerdir. Bitkilerde polifenollerin sentezi ve birikmesi biyotik (Nacz & Shahidi, 2004) ve abiyotik stres koşullarına bir cevap olarak görülmektedir (Navarro ve ark., 2006). Yapılan çalışmalarda stres koşulları altındaki bitkilerde genelde fenolik bileşiklerin (fenolik asitler

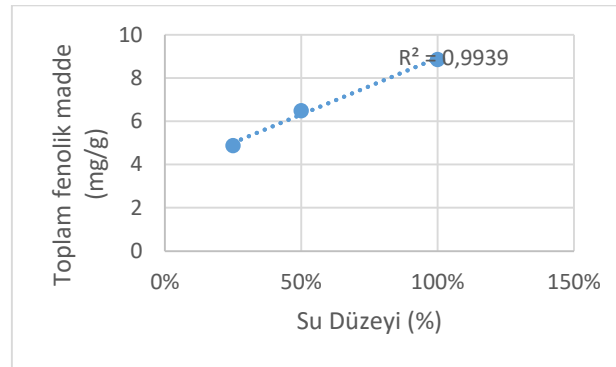
ve flavonoidler) miktarında artışlar meydana geldiği bildirilmiştir (Gür, 2018; Babalık, 2012; Büyük ve ark., 2012; Yıldırım ve ark., 2021). Bu çalışmada hem toplam fenolik içeriği hem de toplam flavonoid içeriği su stresi uygulanan fidanlarda (%50 SK ve %25 SK) tam sulama yapılan fidanlara göre önemli derecede azalmıştır. Çalışma sonuçları stres koşulları altında fenolik bileşiklerin arttığını bildiren literatür ile benzerlik göstermemiştir (Bolat ve ark., 2014; Gür, 2018). Bu durum yağ gülünde fenolik bileşenlerin sentezinde rol oynayan enzimlerin su stresi altında yeteri kadar aktive olmamasından kaynaklanmıştır



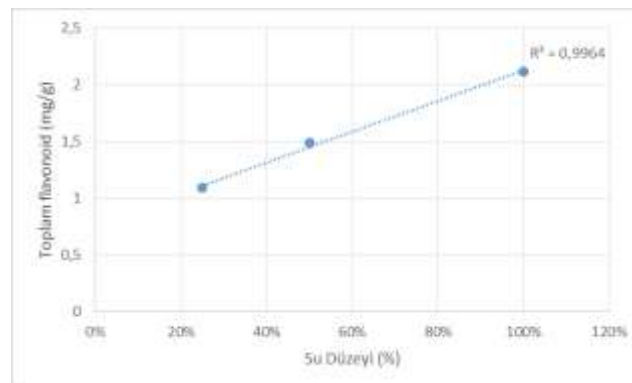
Şekil 7. Farklı su düzeylerinde toplam fenolik madde (mg/g) içeriğinin dönemlere göre değişimi
Figure 7. Changing total phenolic (mg/g) content according to periods at different water levels



Şekil 8. Farklı su düzeylerinde toplam flavonoid madde (mg/g) içeriğinin dönemlere göre değişimi
Figure 8. Changing total flavonoid (mg/g) content according to periods at different water levels



Şekil 9. Farklı su düzeyi uygulamaları ile toplam fenolik madde içeriği arasındaki ilişki
Figure 9. The relationship between different water level treatments and total phenolic content



Şekil 10. Farklı su düzeyi uygulamaları ile toplam flavonoid madde içeriği arasındaki ilişki
Figure 10. The relationship between different water level treatments and total flavonoid content

olabilir. Buna karşın bazı araştırmacılar su stresi altındaki bitkilerde fenolik bileşenlerde düşmeler belirlemişlerdir. Nitekim Aninbon ve ark. (2016), kuraklık stresi altındaki yer fıstığının tohumlarında toplam fenolik içeriklerin azaldığını bildirmiştir. Yine Kuşvuran ve ark. (2011), şiddetli su stresi altında (%0 TK) toplam flavonoid içeriğinin Bn 150 çeşidinde arttığını, Bn 16 çeşidinde ise azaldığını belirlemişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma ile sera koşullarında, yağ gülü fidanlarının yapraklarında klorofil içerikleri, toplam fenolik ve toplam flavonoid içerikleri ile bazı morfolojik özellikler incelenmiştir. Sonuçta deneme sonunda kısıtlı su stresi uygulanan yağ gülü fidanlarının büyüme ve gelişmesinde ve genel canlılığında önemli farklılıklar görülmemiştir. Ancak özellikle %25 su stresi uygulanan fidanların gövdelerinde daha fazla diken olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada, kısıtlı su stresi uygulamaları tam su (kontrol) uygulamalarına göre toplam klorofil, fenolik ve flavonoid içeriklerini önemli derecede azaltmıştır. Bununla birlikte toplam fenolik madde içeriğinin %50 STK ve %25 STK uygulamalarında 35. gün ve 57. gün analizlerinin benzer seviyelerde kaldığı hatta %50 STK uygulamasında nispeten artış gösterdiği görülmüştür. 75. gün analizlerinde ise yarı yarıya varan bir azalma saptanmıştır. Toplam flavonoid madde içeriği bakımından ise stres uygulamalarında dönem ilerledikçe azalma meydana gelmiş, ancak bu azalma düşük değerlerde gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar, kısıtlı su stresi altında yağ gülü fidanlarının stresin özellikle ilk iki ayda azalan toplam fenolik ve flavonoid içeriklerini korumaya çalışarak, strese karşı koymaya çalıştıklarını gösterebilir. Bu noktada yağ gülünde su stresi altında fenolik bileşenlerin tepkisi ile ilgili daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır.

TEŞEKKÜR

Araştırma Tuğba TIRYAKİ (BÜLBÜL)'nin yüksek lisans tezinden elde edilmiştir. Çalışmanın yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Prof. Dr. Yusuf UÇAR'a teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti [Century10 bold]

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı [Century10 bold]

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Akinci, Ş., & Lösel, D. M. (2012). Plant water-stress response mechanisms. *Water stress*, 15, 42.
- Alaboz, P., Işildar, A. A., Müjdeci, M., & Şenol, H. (2017). Effects of different vermicompost and soil moisture levels on pepper (*Capsicum annuum*) grown and some soil properties. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 27(1), 30-36. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.284217>.
- Ali, E. F., Bazaid, S. A., & Hassan, F. (2014). Salinity tolerance of Taif roses by gibberellic acid (GA3). *International Journal of Science and Research*, 3(11), 184-192.
- Alp, Ş., Aldemir, R., Erdem, S. A., & Karagöz, S. (2015). Essential oil content and germination behavior of Rosa species cultivated in the lake Van basin, Turkey. *Acta Horticulturae*, (1064), 59-62.
- Aninbon, C., Jogloy, S., Vorasoot, N., Patanotai, A., Nuchadomrong, S., & Senawong, T. (2016). Effect of end of season water deficit on phenolic compounds in peanut genotypes with different levels of resistance to drought. *Food chemistry*, 196, 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.022>.
- Anjum, S. A., Xie, X., Wang, L. C., Saleem, M. F., Man, C., & Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African journal of agricultural research*, 6(9), 2026-2032. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.027>.
- Arzani, K., & Arji, I. (2000). The response of young potted olive plants Cv." Zard" to water stress and deficit irrigation. In *IV International Symposium on Olive Growing, Tehran, Iran, 25-30 September 586*, 419-422. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.586.86>.
- Babaei, A., Tabaei-Aghdai, S. R., Khosh-Khui, M., Omidbaigi, R., Naghavi, M. R., Esselink, G. D., & Smulders, M. J. (2007). Microsatellite analysis of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) accessions from various regions in Iran reveals multiple genotypes. *BMC Plant Biology*, 7, 1-6. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-7-12>.
- Babalık, Z. (2012). *Tuz ve Su Stresinin Asmaların Bazı Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri (Tez no 318133)*. [Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Baydar, H. (2016). Yağ gülü tarımı ve endüstrisi. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı)*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın, (51), 290-325.
- Binici, S., Çelik, C., Yildirim, F., & Yildirim, A. (2022). Determination of the effect of harpin protein on NaCl salt stress in pistachio (*Pistacia*

- vera L.) seeds. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 11(2), 141-150. <https://doi.org/10.46810/tdfd.1120976>.
- Bolat, I., Dikilitas, M., Ercisli, S., İkinci, A., & Tonkaz, T. (2014). The effect of water stress on some morphological, physiological, and biochemical characteristics and bud success on apple and quince rootstocks. *The Scientific World Journal*, Article No: 769732 <https://doi.org/10.1155/2014/769732>.
- Büyük, İ., Soydam-Aydin, S., & Aras, S. (2012). Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, 6(2), 97-110.
- Çerçi, S. (2012). *Kuraklık Stresinin Değişik Turunçgil Anaçlarında Bazı Fotosentetik Parametreler ve Bitki Besin Maddeleri Konsantrasyonları Üzerine Etkileri (Tez no 307780)*. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- DeLucia, E. H., & Heckathorn, S. A. (1989). The effect of soil drought on water-use efficiency in a contrasting Great Basin desert and Sierran montane species. *Plant, Cell & Environment*, 12(9), 935-940. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1989.tb01973.x>.
- Demir, S., & Başayığit, L. (2020). Sorunlu gelişim gösteren bitkilerin insansız hava araçları (İHA) ile belirlenmesi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 2(1), 12-22.
- Demir, S., & Başayığit, L. Classification of some biochemical properties with J48 classification tree algorithms in hyperspectral data. *Veri Bilimi*, 5(2), 20-28.
- Erdal, İ., Kaplankiran, B., Evren, E., Küçükyumuk, Z., & Türkan, Ş. A. (2013). Farklı demir içeriklerine sahip besin çözültüsüyle beslenen domates bitkisinin gelişimi, toplam demir, aktif demir, klorofil ve SPAD değerleri arasındaki ilişkiler. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 24(1), 36-41. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.235914>.
- Faaek, M. F. F. (2018). *Bazı Çilek Çeşitlerinde Kuraklık Stresinin Etkileri (Tez no 489343)*. [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Fernandez, R. T., Perry, R. L., & Flore, J. A. (1997). Drought response of young apple trees on three rootstocks. II. Gas exchange, chlorophyll fluorescence, water relations, and leaf abscisic acid. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122(6), 841-848. <https://doi.org/10.21273/JASHS.122.6.841>.
- Gökkaya, T. H. (2016). *Selenyum Uygulamalarının Kuraklık Stresi Altındaki Çerezlik Balkabağı (Cucurbita pepo L.) Bitkisinin Gelişimine ve Antioksidant Enzim Aktivitelerine Etkileri (Tez no 450451)*. [Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gür, İ. (2018). *Su Stresi Uygulamalarının Bazı Armut Anaçlarında Morfolojik ve Biyokimyasal Değişimlere Etkisi (Tez no 501265)*. [Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gürsel, F., & Alp, Ş. (2019). Determination by using different equations of chlorophyll contents of naturally grown old garden roses (*Rosa Ssp.*) in Van, Turkey. 1. International Ornamental Plants Congress, Bursa, Türkiye, 9 - 11 Ekim 2019, ss, 312.
- Hassan, F. A. S., Ali, E. F., & Alamer, K. H. (2018). Exogenous application of polyamines alleviates water stress-induced oxidative stress of *Rosa damascena* Miller var. *trigintipetala* Dieck. *South African Journal of Botany*, 116, 96-102. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.02.399>.
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R., & Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(1), 100-105. <https://doi.org/100-105>. 08-305/IGC-DYT/2009/11-1-100-105
- Kacar, B., Katkat, A. V., & Öztürk, Ş. (2013). Bitki fizyolojisi. sy:485 Nobel Akademik Yayıncılık. ISBN 978-605-133-510-0.
- Kalefetoğlu, T., & Ekmekci, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science*, 18(4), 723-740.
- Kart, M. Ç. Ö., Murat, İ., & Demircan, V. (2012). Türkiye'de yağ gülü (*Rosa damascena*) üretimi ve ticaretinin gelişimi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 124-134.
- Kuşvuran, Ş., Daşgan, H. Y., & Kazım, A. (2011). Farklı kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 21(3), 209-219.
- Küçükyumuk, C., Sarısu, H., Yıldız, H., Kaçal, E., & Koçal, H. (2015). Farklı anaçlar üzerine aşılı 0900 ziraat kiraz çeşidinde su stresinin bazı vejetatif gelişim parametrelerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 180-192. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.236404>.
- Lawlor, D. W. (2002). Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annals of Botany*, 89(7), 871-885. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf110>.
- Lichtenthaler, H. K. (1996). Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. *Journal of Plant Physiology*, 148(1-2), 4-14.

- [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(96\)80287-2](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80287-2).
- Marcińska, I., Czyczyło-Mysza, I., Skrzypek, E., Filek, M., Grzesiak, S., Grzesiak, M. T., & Quarrie, S. A. (2013). Impact of osmotic stress on physiological and biochemical characteristics in drought-susceptible and drought-resistant wheat genotypes. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35, 451-461. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1088-6>
- Naczka, M., & Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054(1-2), 95-111. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.059>.
- Navarro, J. M., Flores, P., Garrido, C., & Martinez, V. (2006). Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. *Food Chemistry*, 96(1), 66-73. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.057>.
- Özçelik, H. (2014). Türkiye'de gülcülük: tespitler/tahliller. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 44-51.
- Öztürk, N. Z. (2015). Bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde bilinenler ve yeni yaklaşımlar. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science And Technology*, 3(5), 307-315. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i5.307-315.307>.
- Pouyafard, N., Akkuzu, E., & Ünal, K. (2016). Kıyı Ege koşullarında yetiştirilen Ayvalık zeytin fidanlarında su stresine bağlı bazı fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 88-98.
- Sibomana, I. C., Aguyoh, J. N., & Opiyo, A. M. (2013). Water stress affects growth and yield of container grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) plants. *Gjbb*, 2(4), 461-466.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158. <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>.
- Smedley, B. D. (2017). Racial and ethnic health care disparities: The role of personal choice vs. structural inequality. In *Consumer Choice* (pp. 83-98). Routledge.
- Taiz L, Zeigler E 2008. Plant Physiology. 4th. Sinauer Associate, Sunderland, Mass., EUA.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2020). Yağlık Gül Üretim Miktarı. <https://biruni.tuik.gov.tr/?kn=92&locale=tr>. (Alınma Tarihi: 22.06.2020).
- Ucar, Y., Kazaz, S., Eraslan, F., & Baydar, H. (2017). Effects of different irrigation water and nitrogen levels on the water use, rose flower yield and oil yield of *Rosa damascena*. *Agricultural Water Management*, 182, 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.12.004>.
- Virgin, H. I. (1965). Chlorophyll formation and water deficit. *Physiologia Plantarum*, 18(4), 994-1000. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1965.tb06995.x>.
- Yıldırım, A. N., Şan, B., Yildirim, F., Celik, C., Bayar, B., & Karakurt, Y. (2021). Physiological and biochemical responses of almond rootstocks to drought stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(4), 522-532. <https://doi.org/10.3906/tar-2010-47>.
- Zhang, Z., & Huang, R. (2013). Analysis of malondialdehyde, chlorophyll proline, soluble sugar, and glutathione content in Arabidopsis seedling. *Bio-protocol*, 3(14), e817-e817.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64(4), 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2).



Gaziantep, Kahramanmaraş ve Adıyaman İllerinde Badem İçkurdu *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hymenoptera: Eurytomidae)'nin bulaşıklık oranı ve parazitoitleri

Hakan USANMAZ¹, Mahmut Murat ASLAN²

¹Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü, Gaziantep; ²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş

¹<https://orcid.org/0000-0001-8187-3169>, ²<https://orcid.org/0000-0002-4586-1301>

✉: hakan.usanmaz@tarimorman.gov.tr

ÖZET

Bu çalışma; 2016-2017 yılları arasında Gaziantep, Kahramanmaraş ve Adıyaman illerinde, Badem bahçelerinde önemli düzeyde verim kayıplarına neden olan badem iç kurdu *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hymenoptera: Eurytomidae)'nin bulaşıklık oranı ile parazitoitlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmanın yapıldığı badem bahçelerinde ki *E. amygdali*'nin genel bulaşıklık oranının % 24.26-47.33 arasında olduğu belirlenmiştir. En fazla bulaşıklık oranı 2017 yılında %47.33 ile Şehitkamil ilçesinde saptanırken; en düşük bulaşıklık oranı ise 2016 yılında % 24.26 ile Oğuzeli ilçesinde tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma bölgesinde *E. amygdali*'nin parazitoiti olarak *Adontomerus amygdali* (Boucek, 1958) (Hymenoptera: Torymidae), *Aprostocetus bucculentus* (Kostjukov) (Hymenoptera: Eulophidae) ve *Gugolzia bademia* (Doganlar) (Hymenoptera: Pteromalidae) türleri belirlenmiş olup bu parazitoit türlerinin popülasyon yoğunluğunun zararlıyı kontrol edebilecek düzeyde olmadığı ortaya konmuştur.

Entomoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 11.04.2022

Kabul Tarihi : 12.08.2022

Anahtar Kelimeler

Badem
Eurytoma amygdali
Badem iç kurdu
Bulaşıklık oranı
Parazitoit

Infestation Rate and Parasitoids of Almond Seed Wasp *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hymenoptera: Eurytomidae) in Gaziantep, Kahramanmaraş and Adıyaman Provinces.

ABSTRACT

This study was carried out to determine the infestation rate and parasitoids of the almond borer *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hymenoptera: Eurytomidae), which causes significant yield losses in almond orchards, in Gaziantep, Kahramanmaraş and Adıyaman provinces between 2016 and 2017. It was determined that the general infestation rate of *E. amygdali* in the almond orchards where the study was conducted was between 24.26-47.33%. The highest rate of infestation was found in Şehitkamil district with 47.33% in 2017; The lowest infestation rate was found in Oğuzeli district with 24.26% in 2016. In addition, *Adontomerus amygdali* (Boucek, 1958) (Hymenoptera: Torymidae), *Aprostocetus bucculentus* (Kostjukov) (Hymenoptera: Eulophidae) and *Gugolzia bademia* (Doganlar) (Hymenoptera) species were determined as the parasitoid of *E. amygdali* in the study area. It has been revealed that the population density of these parasitoid species is not at a level that can control the pest.

Entomology

Research Article

Article History

Received : 11.04.2022

Accepted : 12.08.2022

Keywords

Almond
Eurytoma amygdali
Almond Seed Wasp
Infection rate
Parasitoid

Atıf Şekli: Usanmaz, H., & Aslan, M., (2023) Gaziantep, Kahramanmaraş ve Adıyaman İllerinde Badem İçkurdu *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hymenoptera: Eurytomidae)'nin bulaşıklık oranı ve parazitoitleri . *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (4), 788-794. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1100028>

To Cite : Usanmaz, H., & Aslan, M., (2023). Infestation rate and parasitoids of Almond Seed Wasp *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hymenoptera: Eurytomidae) in Gaziantep, Kahramanmaraş and Adıyaman Provinces. *KSU J. Agric Nat* 26 (4), 788-794. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1100028>

GİRİŞ

Badem Anadolu'nun en eski meyvelerinden biri olmakla birlikte anavatanı Orta Asya ve Batı Asya'dır (Küden ve ark., 2000). Türkiye'de Karadeniz bölgesinin kıyı kesimleri ve yüksek yaylalar hariç her

bölgede badem yetiştiriciliği rahatlıkla yapılabilir (Küden ve ark, 2014).

Dünyada toplam 2.162.263 hektarlık bir alandan 4.140.043 ton badem üretilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri 2.370.021 ton üretim ile Dünya'da ilk

sırayı alırken onu sırasıyla 416.950 ton ile İspanya ve 221. 886 ton badem üretimi ile Avustralya izlemektedir. Komşumuz İran 164.348 ton badem üretim oranı ile 4. sırada yer alırken Türkiye ise 159.187 ton badem üretimi ile dünyada 5. sırada bulunmaktadır (Anonymous, 2020). Badem yetiştiriciliği en fazla Ege bölgesi, Akdeniz bölgesi ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yapılmaktadır. TÜİK'in 2020 verilerine göre Ege bölgesi 120.245 dekar badem alanı ve 34.231 ton badem üretimine sahipken; Akdeniz bölgesi 104.076 dekar badem alanı ve 49.928 ton badem üretimine sahiptir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde ise 165.674 dekar badem alanında toplam 36.847 ton badem üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2020).

Badem bahçelerinde verim ve kaliteyi etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörlerin başında ise zararlı ve hastalıklar gelmektedir. Dünyada badem zararlıları ve hastalıkları ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Ivanov ve ark., 1962; Barnet, 1965; Vasileva, 1974; Talhouk, 1977; Russo ve ark., 1993; Adaskaveg ve ark., 1998; Dicenta ve ark., 2003). Türkiye'de ise; ekonomik öneme sahip olan badem üretiminde verimini azaltan zararlı böcek türleri ile ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır (Nizamhoğlu, 1961; Ekici & Günaydın 1969; Maçan, 1986; Bolu & Çınar, 2005; Bolu & Özgen, 2007; Bolu & Özgen, 2010). Bolu ve ark. (2005), 2002-2004 yıllarında Güneydoğu ve Doğu Anadolu badem bahçelerinde bulunan böcek faunasını ortaya çıkartmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Elazığ, Diyarbakır ve Mardin illerinde bulunan badem bahçelerine mart-kasım ayları arasında sörveyler düzenlenmiştir. Yapılan bu sörveyler sonunda 11 takım, 56 familyaya ait toplam 205 böcek türü tespit edilmiştir. Çalışmada eudominant takımlar Coleoptera ve Heteroptera takımları olurken dominant takımın homoptera, alt dominant takımların ise Hymenoptera ve Lepidoptera takımları olduğu bildirilmiştir.

Dünyada yapılan birçok çalışmada badem alanlarında *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hymenoptera: Eurytomidae), (Badem iç kurdu) ana zararlı durumunda olduğu bildirilmiştir. Nizamhoğlu (1961), Badem içkurdunun Antalya ili badem bahçelerinde zarar meydana getirdiğini; Ekici ve Günaydın ise (1969) badem iç kurdunun Elazığ, Mardin, Bingöl ve Tunceli illerinde yaygın ve bulaşıklık oranının %50'nin üzerinde olduğunu tespit etmişlerdir. Dünya'da ise Ivanov (1962), Bulgaristan'da badem alanlarında badem içkurdunun bulaşma oranının %50 civarında olduğunu belirtmiştir.

Eurytoma amygdali'nin parazitoitleri hakkında ise Dünya'da Puzanova-Malyshva (1936), *E. amygdali*'nin parazitoiti olarak *Torymus eurytomae* (Hymenoptera:Torymidae)'yi ilk kez kayıt altına almıştır. Doğanlar ve Bolu (2004), Elazığ ilinde badem iç kurdunun parazitoiti *Gugolzia bademia* (Hymenoptera, Ptermalidae) türünü ilk kez

belirlemişlerdir. Bolu ve Özgen (2007); Mardin, Elazığ ve Diyarbakır illerinde yürüttükleri çalışmada ise zararlının parazitoiti olan *Adontomerus amygdali* ve *Aprostocetus bucculentus* türlerini elde etmişlerdir. Lotf Alizadeh ve ark. (2008) İran'da bulunan badem bahçelerinde yürüttükleri çalışmada zararlının parazitoitleri olan *Gugolzia bademia* (Hymenoptera, Pteromalidae) (Doğanlar) ve *Aprostocetus bucculentus* (Hymenoptera, Eulophidae) (Kostjukov)'u kayıt altına almışlardır. Abdul-Rassoul ve Mohammed (2017), ise *E. amygdali*'nin doğal düşmanlarından olan *Adontomerus amygdali* (Hymenoptera, Torymidae) türünü ilk kez Irak, Erbil bölgesinde kayıt etmişlerdir.

Bu çalışmada Gaziantep, Kahramanmaraş ve Adıyaman illerindeki badem bahçelerinde ana zararlı durumundaki badem iç kurdunun bulaşma oranı ve parazitoitlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece badem üretiminin yoğun olarak yapıldığı ve kapama bahçe sayısının sürekli arttığı çalışma bölgesindeki, ana zararlı ile ilgili durum net olarak ortaya konulmuştur.

MATERYAL ve METOT

Çalışmanın ana materyalini; Gaziantep (Oğuzeli, Şahinbey, Şehitkamil ilçeleri) Kahramanmaraş (Pazarcık ilçesi) ve Adıyaman (Besni ilçesi) illerinde bulunan badem bahçeleri, bu bahçelerden elde edilen böceklerin ergin ve ergin öncesi dönemlerine ait örnekler ile badem ağaçlarından alınan meyve örnekleri oluşturmuştur.

Eurytoma amygdali'nin parazitoitlerinin belirlenmesi

Çalışmanın yürütüldüğü ilçelerdeki badem bahçelerinde bulunan ve zararlının ergin öncesi dönemleri ile bulaşık olduğu tahmin edilen toplam 7.050 meyve, 2016-2017 yıllarında tek tek toplanarak buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Burada farklı büyüklüklerdeki kültür kavanozlarında kültüre alınmıştır (Şekil 1). Kültür kavanozları laboratuvarında günde iki kez kontrol edilmiş ve çıkış yapan parazitoitler kültür kavanozlarından ağız aspiratörü yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Elde edilen bireyler etiketlenmiş ve konu uzmanına teşhis için gönderilmiştir.

Eurytoma amygdali'nin bulaşıklık oranının belirlenmesi

Eurytoma amygdali'nin çalışmanın yürütüldüğü ilçedeki bulaşma oranını belirlemek için yapılan örneklemeler deneme bahçelerini temsil edecek şekilde bahçedeki ağaçların %10'u üzerinden yapılmıştır. Örneklemelerde tesadüfen seçilen her ağacın farklı dört yönünde 50-60 cm uzunluğunda ki sürgünde bulunan sağlam ve bulaşık meyveler toplanmış olup buz kabı içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen meyveler tek tek

kırılarak kontrol edilmiş ve bu şekilde bulaşıklık oranı belirlenmiştir. Bulaşıklık oranının belirlenmesinde birçok çalışmada kullanılan aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Mamay ve ark., 2014; Mamay ve ark., 2016; Mamay, 2018).

$$\text{Bulaşıklık Oranı (\%)} = \frac{\text{Bulaşık Meyve Sayısı}}{\text{Kontrol Edilen Toplam Meyve Sayısı}} \times 100$$



Şekil 1. Kültüre alınan badem meyveleri
Figure 1. Cultivated almond fruit

Çizelge 1. *E.amygdali*'nin 2016 yılı genel bulaşma oranı
Table 1. Overall infection rate of *E.amygdali* in 2016

İl <i>Province</i>	İlçe <i>District</i>	Toplam Meyve <i>Total Fruit</i>	Bulaşık Meyve <i>Infested fruit</i>	Bulaşıklık Oranı (%) <i>Infestation rate (%)</i>
Gaziantep	Şahinbey	726	206	28.37
Gaziantep	Şehitkamil	749	312	41.65
Gaziantep	Oğuzeli	647	157	24.26
Adıyaman	Besni	640	201	31.40
Kahramanmaraş	Pazarcık	840	348	41.43

Çizelge 2. *E.amygdali*'nin 2017 yılı genel bulaşma oranı
Table 2. Overall infection rate of *E.amygdali* in 2017

İl <i>Province</i>	İlçe <i>District</i>	Toplam Meyve <i>Total Fruit</i>	Bulaşık Meyve <i>Infested fruit</i>	Bulaşıklık Oranı (%) <i>Infestation rate (%)</i>
Gaziantep	Şahinbey	790	240	30.38
Gaziantep	Şehitkamil	860	407	47.33
Gaziantep	Oğuzeli	950	358	37.68
Adıyaman	Besni	1055	306	29
Kahramanmaraş	Pazarcık	1080	387	35.83

Daha önce Elazığ, Diyarbakır ve Mardin illerinde Bolu ve Özgen (2007), tarafından yapılan çalışmada genel bulaşıklık oranının %30-60 arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca Ekici ve Günaydın (1969); Elazığ, Mardin, Tunceli ve Bingöl'de yürüttüğü çalışmada bulaşma oranının %50 civarında olduğunu belirlemiştir. Elde edilen bu sonuçlar ile çalışmada elde edilen bulaşıklık oranları birbirine paralellik

BULGULAR ve TARTIŞMA

Eurytoma amygdali'nin bulaşıklık oranı

Çalışmanın yürütüldüğü 5 farklı ilçede badem bahçelerinin tamamının zararlı ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. 2016 yılında toplam 3.602 meyve hasattan hemen önce bahçelerden toplanmıştır. Daha sonra laboratuvarında bu meyveler tek tek kırılarak bulaşık olup olmadıkları tespit edilmiştir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi 2016 yılı genel bulaşıklık oranı %24.26-41.65 arasında değişmektedir.

En yüksek bulaşıklık oranı % 41.65 ile Gaziantep ilinin Şehitkamil ilçesi olurken, en düşük bulaşıklık oranı ise % 24.26 ile Gaziantep'in Oğuzeli ilçesinde tespit edilmiştir.

Çalışmanın 2. yılı olan 2017 yılında ise badem bahçelerinden toplam 4.735 meyve toplanmıştır. Bu meyveler yine tek tek kırılmak sureti ile bulaşıklık oranı belirlenmiştir.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi 2017 yılında genel bulaşıklık oranı %29-47.33 arasında değişmektedir. Bulaşıklık oranı bir önceki yıla göre bazı bölgelerde artış göstermiş olup çalışmanın yapıldığı alanlardaki ortalama bulaşıklık oranı %36.04 olmuştur. En yüksek bulaşıklık oranı % 47.33 ile Gaziantep ilinin Şehitkamil ilçesinde görülürken; Adıyaman ilinin Besni ilçesi ise %29 ile en az bulaşıklık oranının belirlendiği ilçe olmuştur.

göstermektedir.

Barut (2007), Kahramanmaraş ilinde *E. amygdali*'nin farklı badem çeşitlerindeki zarar oranlarının çeşitlere göre değiştiğini ve zarar oranının %1 ile % 88 arasında olduğunu bildirmiştir. Tolga ve Yoldaş (2018) Muğla ve Manisa illerinde yaptıkları çalışmada *E. amygdali*'nin bölgede en düşük meyve bulaşıklık oranının % 0.10 ile Akhisar ilçesinde 2016 yılında 2 no'lu bahçede

(Sarnıç), en yüksek bulaşıklık oranının ise % 86.30 ile Fethiye ilçesinde 2014 yılında 4 no'lu bahçede (Temel) saptamışlardır.

Dünyada ise Mentjelos ve Atjemis (1970) tarafından Yunanistan'da yürütülen çalışmada bulaşma oranının %35-79 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Baktır ve Aker (2015), Kıbrıs'ta zararlı yüzünden meydana gelen meyve kaybının % 40'ların üzerinde olduğunu; Çakar (1980) ise, Makedonya'da badem meyvelerinde oluşan zararı % 71 olarak tespit etmiştir. Haltrich ve Viktor (1998), Macaristan'da Buda dağlarının güney yamaçları üzerinde ki badem ağaçlarında zararlının 1997 yılında gözlemlendiğini belirterek *E. amygdali*'nin sebep olduğu zararın oranının geniş bir aralıkta %10-78 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Çalışmada elde ettiğimiz bulaşıklık oranlarının dünyada elde edilmiş olan oranlar ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

***Eurytoma amygdali*'nin Parazitoitlerin Belirlenmesi**

Eurytoma amygdali'nin parazitoitlerinin belirlenmesi için zararlı ile bulaşık olduğundan şüphelenilen ve zararlının ergin öncesi dönemlerinin bulunduğu bitki kısımları laboratuvara getirilmiş, farklı büyüklüklerdeki kültür kavanozlarında kültüre alınarak parazitoit çıkışı sağlanmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü 2016 yılında 4.629 adet zararlı ile bulaşık olduğu düşünülen meyveler toplanarak laboratuvarında kültüre alınmıştır. Kültüre alınan meyvelerden çıkan erginler teşhis için konu uzmanına gönderilmiştir. Elde edilen parazitoitler; *Adontomerus amygdali* (Boucek, 1958) (Hym.: Torymidae) ve *Aprostocetus bucculentus* (Kostjukov) (Hym.: Eulophidae) türleri olmuştur. *Adontomerus amygdali* çalışmanın yürütüldüğü 5 ilçe içinden sadece Şahinbey, Şehitkamil ve Besni ilçelerinden elde edilirken, Şahinbey ilçesinde 788 meyveden 29, Şahitkamil ilçesinden toplam 766 meyveden 14 adet ve Besni ilçesinden 1455 meyveden 64 adet *A. amygdali* çıkışı gerçekleşmiştir. Elde edilen diğer parazitoit tür olan *A. bucculentus*'dan ise sadece Besni ilçesinden kültüre alınmış olan 1455 meyveden 83 adet elde edilmiştir. Genel olarak çıkış yapan parazitoit sayısına göre parazitlenme oranının oldukça düşük olduğu ortaya konmuştur (Çizelge 3).

2017 yılında ise badem alanlarından toplam 2.421 meyve laboratuvarında kültüre alınmıştır. Elde edilen parazitoit türler; *A. amygdali* (Boucek, 1958) (Hym.: Torymidae), *A. bucculentus* (Kostjukov) (Hym.: Eulophidae) ve *Gugolzia bademia* Doganlar (Hym.:Pteromalidae) olmuştur. Doğal düşmanların buldukları bölgeler ve elde edilen parazitoit sayıları çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 3. *Eurytoma amygdali*'nin parazitoitleri ve parazitoit sayıları (2016)

Table 2. *Parasitoids and parasitoid numbers of Eurytoma amygdali* (2016)

İl (Province)	İlçe (District)	Meyve Sayısı (Number of Fruits)	Parazitoit Sayısı (Parasitoid Number)	
			<i>Adontomerus amygdali</i>	<i>Aprostocetus bucculentus</i>
Gaziantep	Şahinbey	788	29	0
Gaziantep	Şehitkamil	766	14	0
Gaziantep	Oğuzeli	563	0	0
Adıyaman	Besni	1455	64	83
Kahramanmaraş	Pazarcık	1057	0	0

Çizelge 4. *Eurytoma amygdali*'nin parazitoitleri ve parazitoit sayıları (2017)

Table 4. *Parasitoids and parasitoid numbers of Eurytoma amygdali* (2017)

İl (Province)	İlçe (District)	Meyve Sayısı (Number of Fruits)	Parazitoit Sayısı (Parasitoid Number)		
			<i>Adontomerus amygdali</i>	<i>Aprostocetus bucculentus</i>	<i>Gugolzia bademia</i>
Gaziantep	Şahinbey	341	19	0	0
Gaziantep	Şehitkamil	256	7	0	0
Gaziantep	Oğuzeli	289	0	0	0
Adıyaman	Besni	886	41	37	6
Kahramanmaraş	Pazarcık	649	0	0	0

Çizelge 4 incelendiğinde bir önceki yıl elde edilen parazitotilerden olan *A. amygdali* ve *A. bucculentus* ile birlikte *G. bademia* parazitoit türünün 2017 yılında kültüre alınan meyvelerden elde edildiği görülmektedir. *G. bademia* türüne sadece Adıyaman ilinin Besni ilçesinden toplanan meyvelerde

rastlanılmış olup, çalışmada belirlenen diğer doğal düşmanlar gibi parazitlenme oranı oldukça düşüktür. Şahinbey ilçesinden toplanarak kültüre alınan 341 meyveden, 19 adet *A. amygdali* elde edilirken, Şehitkamil ilçesinden toplanan 256 meyveden, 7 adet *A. amygdali* elde edilmiştir. Besni ilçesinden ise 886

meyve toplanarak laboratuvarında kültüre alınmış ve *E. amygdali*'nin parazitoiti olan 41 adet *A. amygdali*, 37 adet *A. bucculentus* ve 6 adet *G. bademia* elde edilmiştir. Bolu ve Özgen (2007), yürüttüğü çalışmada *Adontomerus amygdali*'nin her bulaşık meyveden ortalama 4 adet, *A. Bucculentus*'ün her bulaşık meyveden ortalama 14 adet ve *G. bademia*'nın ise her bulaşık meyveden ortalama 1 adet çıktığını tespit etmişlerdir.

Genel olarak *E. amygdali*'nin çalışmanın yapıldığı bölgede 3 farklı doğal düşman türü tespit edilmiştir. Bu doğal düşmanların; *A. amygdali*, *A. bucculentus* ve *G. bademia* türleri olduğu belirlenmiştir. Her üç türünde parazitlenme oranlarının *E. amygdali*'yi baskı altına alabilecek seviyede olmadığı görülmüştür. Oğuzeli ve Pazarcık ilçelerinden toplanarak kültüre alınan meyvelerden herhangi bir parazitoit elde edilememiştir.

Doğanlar ve Bolu (2004), *E. amygdali*'nin parazitoiti olan *G. bademia* türünü Türkiye için ilk kez Elazığ ili Sivrice ilçesinde kayıt altına almışlardır. Doğanlar ve ark. (2006), yürüttüğü çalışmada ise Gaziantep, Hatay ve Adana illerinde *E. amygdali*'nin parazitoitleri olarak *A. amygdali* ve *A. bucculentus*'u tespit etmişler ve parazitlenme oranlarının oldukça düşük olduğunu belirlemişlerdir. Bolu ve Özgen (2007) ise; Mardin, Elazığ ve Diyarbakır illerinde yürüttükleri çalışmada zararlının parazitoiti olan *A. amygdali*, *G. bademia* ve *A. bucculentus* türlerini elde etmişlerdir ve parazitlenme oranının düşük olması nedeniyle zararlıyı baskı altına alamayacağını bildirmişlerdir. Elde edilen bu parazitoitler çalışmada elde edilen parazitoitler ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca Tolga ve Yoldaş (2018); Manisa ili Akhisar ilçesinde yürüttüğü çalışmada badem meyvelerinde parazitoit tür olan *Exeristes roborator* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Ichneumonidae) ilk kez kayıt altına almış olup; bu parazitoit türe bu çalışmanın yürütüldüğü alanlarda rastlanılmamıştır.

Dünya'da ise Boucek (1958) Ürdün'de *A. amygdali*'yi ilk defa *Prunus dulcis*'in (Rosaceae) üzerinde tespit etmiştir. Puzanova-Malysheva (1936), *E. amygdali*'nin parazitoiti olarak *T. eurytoma*'yi ilk kez kayıt altına almıştır. Lotf Alizadeh ve ark. (2008) ise İran'da bulunan badem bahçelerinde yürüttükleri çalışmada zararlının parazitoitleri olan *G. bademia* ve *A. bucculentus*'u ilk defa kayıt bu ülkede tespit etmiştir. Abdul-Rassoul ve Mohammed (2017), ise *E. amygdali*'nin doğal düşmanlarından olan *A. amygdali* türünü ilk kez Irak, Erbil bölgesinde kayıt etmişlerdir. 2012 yılında çalışmanın yürütüldüğü badem bahçelerinden toplam 20 ergin parazitoit (17 dişi-3 erkek) elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen parazitoit türlerin Dünya'da yürütülen diğer çalışmalar ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak; badem üretimin alanlarında en önemli sorunlardan biri olan bu zararlı ile çalışmanın yürütüldüğü tüm badem bahçelerinin bulaşık olduğu ve bulaşma oranının %24.26 – 47.33 arasında değiştiği bu çalışma ile ortaya konmuştur. Badem bahçelerinde verim kayıplarının en aza indirmek için bu zararlı ile doğru ve zamanında mücadele edebilmek büyük önem taşımaktadır. Badem ağaçları üzerinde kalan zararlı ile bulaşık olma ihtimali olan kararmış meyvelerin toplanarak yok edilmeli veya bahçeden uzaklaştırılmalıdır. Ayrıca zararlıya karşı kimyasal mücadelede başarılı olabilmek için ilaçlama zamanının kafes takipleriyle doğru tayin edilmesiyle uygun ilaçlama zamanının belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmanın yürütüldüğü alanlarda *E. amygdali*'nin parazitoiti olan *A. amygdali*, *A. bucculentus* ve *G. bademia* türleri bu çalışma sonunda ilk kez kayıt altına alınmıştır. Oğuzeli ve Pazarcık ilçeleri dışındaki tüm ilçelerden doğal düşman elde edilmiş olup, en fazla parazitoit çıkışı Besni ilçesinden toplanan ve kültüre alınan badem meyvelerinde görülmüştür. Popülasyonları zaten oldukça düşük olan parazitoitlerin korunması amacıyla gereksiz kimyasal mücadeleden kaçınılması gerekmektedir. Ayrıca kimyasal mücadelenin yerini alabilecek biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemleri hakkında çalışmaların yapılması büyük önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu makale birinci yazarın Doktora tez çalışmasının bir bölümü olup, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir. (Proje No: TAGEM-BS-14 / 10-02 / 01-17). Çalışmanın her aşamasında katkıda bulunan Zir. Yük. Müh. Serpil KARADAĞ'a ve parazitoitlerin tür teşhislerini yapan Prof. Dr. Mikdat DOĞANLAR'a teşekkürlerimi sunarım.

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

- Abdul, M.S., & Mohammed, S.M. (2017). First Record of *Adontomerus amygdali* (Boucek, 1958)(Hymenoptera, Torymidae) a Parasitoid of the Almond Fruit Wasp, *Eurytoma amygdali* Enderlein, 1907 (Hymenoptera, Eurytomidae) in Erbil Provence. *Iraq. Bulletin of the Iraq Natural History Museum* 14(4), 301-306.
- Adaskaveg, J.E., Förster, H., Hartin, R. J., Teviotdale, B., Connell, J.H., & Duncan, R. (1998). Almond

- Anthraxnose in California a New Pre and Postharvest Fungal Disease Outbreak. *Acta Horticulture* 470, 553-561.
- Anonim (2020). *Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)*. <http://www.biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. (Erişim Tarihi: 11.01.2022).
- Anonymous (2020). *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat/en/>. (Erişim Tarihi: 30.01.2022).
- Barnet, H. L. (1965). *Illustrated Genera of Imperfecti Fungi*. Burgies Publ. Comp. Minneapolis, 255 pp.
- Barut, G. B. G. (2007). *Kahramanmaraş koşullarında bademlerde zararlı badem içkurdu, Eurytoma amygdali Enderlein (Hymenoptera: Eurytomidae)'nin bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine çalışmalar (Tez no: 177100)*. [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Baktır, İ., & Aker, A. (2015). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde organik badem yetiştirme olanaklarının araştırılması. Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, 06-09 Ekim 2015, ss,124. Rize, Türkiye,
- Boucek, Z. (1958). *Plastotorymus amygdali*, N.Sp., Eine Neue Torymidæ Au Mandelkernen Des Nahen Ostens. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae* 32, 583-586.
- Bolu, H., & Çınar, M. (2005). Elazığ, Diyarbakır ve Mardin İlleri Badem Ağaçlarında Zararlı Olan Lepidoptera Türleri, Doğal Düşmanları ve Önemlileri Üzerinde Gözlemler. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 9(2), 63-67.
- Bolu, H., Özgen, İ., & M, Çınar. (2005). Dominancy of Insect Families and Species Recorded in Almond Orchards of Turkey. *Acta Phytopathologica Et Entomologica Hungarica* 40(1-2), 145-157.
- Bolu, H., & Özgen, İ. (2007). Badem İçkurdu (*Eurytoma amygdali* Enderlein) (Hymenoptera: Eurytoma) Yayılış Alanları, Bulaşma Oranları ve Parazitoitleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 11(3), 59-65.
- Bolu, H., & Özgen, İ. (2010). Diyarbakır, Elazığ ve Mardin İlleri Badem Ağaçlarında Zararlı *Agrilus roscidus* Kiesenwetter, 1857 (Coleoptera: Buprestidae)'un Ergin Popülasyon Değişiminin Belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni* 50(1), 1-11.
- Cakar, L. (1980). *Eurytoma amygdali* End. (Hym.: Chalcidoidea, Eurytomidae), a Pest of Almond in Macedonia. *Zastita Bilija Belgrad* 31(3), 263-272.
- Doğanlar, M., & Bolu, H. (2004). A New Species of *Gugolzia Delucchi and Steffan* 1956 (Hymenoptera, Chalcidoidea, Pteromalidae) from Turkey, As a Parasite of *Eurytoma amygdali* Enderline 1907 (Hymenoptera, Eurytomidae). *Zoology in the Middle East* 32, 75-78.
- Doğanlar, O., A, Yıldırım., & M, Doğanlar. (2006). Natural Enemy Complex of *Eurytoma amygdali* Enderlein, 1907 (Hymenoptera, Eurytomidae Walker, 1832) in Eastern Mediterranean Region of Turkey; Notes on Their Interaction and Effectiveness. *Research Journal of Agriculture and Biological Science* 2(6), 282-286.
- Dicenta, F., Martinez, P., Pato, E., & Gradziel, T. M. (2003). Scree Ning for *Aspergillus flavus* Resistance in Almond. *Hort Science* 38(2), 266-268.
- Ekici, V., & Günaydın, T. (1969). Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da (*Eurytoma amygdali* Enderlein) Üzerinde Araştırmalar. *Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Bitki Koruma Bülteni* 1, 1-28.
- Haltrich, A., & Marko, V. (1998). Damage of Almond Seed Wasp, *Eurytoma amygdali* Enderlein (Eurytomidae, Hymenoptera) Near Budapest. *Novenyvedelem (Hungary)* 34(10), 545-549.
- Ivanov, I., Stoeva, R., & Veselinov, D. (1962). *Anthonomus amygdali* Hust. (Curculionidae, Coleoptera) Now Nepriyatel Za Bulgaria. *Gradinarska Lozarska Nauka* 11(3), 56-62.
- Küden, A. B., Küden, A., Bayazit, S., Çömlekçiöglü, Ç., İmrak, B., & Rehber, Y. (2014). Badem Yetiştiriciliği. *Tagap Proje no: 5.2.3.1*, 18 sy.
- Küden, A. B., Küden, A., Bayazit, S., Çömlekçiöglü, S., İmrak, B., & Rehber, Y. (2000). *Badem Yetiştiriciliği*. Tübitak Tarp Yayınları, Ankara 18 sy.
- Lotf Alizadeh, H., Avand Faghih, A., Roushandel, S., & Jafari Nadoushan, A. (2008). Parasitoids of the Almond Seed Wasp, *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hym.: Eurytomidae) in Iran. *Applied Entomology and Phytopathology* 75(84), 41-42.
- Maçan, G. (1986). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bademlerde Zarar Yapan Böcek Türleri, Önemlilerinin Tanınmaları, Yayılışları ve Ekonomik Önemleri Üzerinde Araştırmalar. *Tarım ve Orman Bakanlığı Araştırma Eserleri* 5, 82s.
- Mamay, M., Yanık, E., & Doğramacı, M. (2014). Phenology and Damage of *Anarsia Lineatella* Zell.(Lepidoptera: Gelechiidae) in Peach, Apricot and Nectarine Orchards Under Semi Arid Conditions. *Phytoparasitica*, 42(5), 641-649.
- Mamay, M., Ünlü, L., Yanık, E., Doğramacı, M., & İkinci, A., (2016). Efficacy of Mating Disruption Technique Against Carob Moth, *Apomyelois Ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in Pomegranate Orchards in Southeast Turkey (Sanlıurfa). *International Journal of Pest Management* 62(4), 295-299.
- Mamay, M., (2018). Important Parameters in Mechanical Management of Carob Moth [*Apomyelois* (= *Ectomyelois*) *Ceratoniae* Zeller (Lep.: Pyralidae)] in Pomegranate Orchards: Determination of Overwintering Population Density and Infestation Rate. *Fresenius*

- Environmental Bulletin* 27(12 B), 9542–9548.
- Mentjelos, J., & Atjemis, A. (1970). Studies on the Biology and Control of *Eurytoma amygdali* in Greece. *Journal of Economic Entomology* 63, 1934-1936.
- Nizamlioğlu, K. (1961). Türkiye meyve ağacı zararlıları ve mücadelesi. *Koruma Tarım İlaçları AŞ Neşriyatı*, 5, 134-146.
- Puzanova Malysheva, E. W. (1936). *Syntomaspis Eurytomae* Nov. Sp., Eine Chalcide Mit Gemischter Ernährung Im Larvenstadium. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie* 22(4), 631-642.
- Russo, A., Siscaro, G., Spampinato, R. G., & Barbera, G. (1993). Almond Pests in Sicily. First International Congress on Almond, Agrigento. Italy, May 17-19. *Acta Horti Culture* 373, 309-315.
- Talhok, A. S. (1977). Contributions to the Knowledge of Almond Pests in East Mediterranean Countries The Fruit Feeding Insects, *Eurytoma amygdali* End., and *Anarsia lineatella* Z. *Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie* 83(2), 145-154.
- Tolga, M.F. (2018). *Muğla ve Manisa illeri badem ağaçlarında böcek ve akar türleri, önemli zararlı türlerin popülasyon değişiminin ve mücadelesine yönelik bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi (Tez no: 498543)*. [Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Vasileva, A. P. (1974). Vrediteli Selskohazyay-Stveniyh Kultur I Lesniyh Nasajdeniy Tom II. Vredniye Chlenistonogie (Prodoljenie). *Pozvonchniye. Izadatelstvo "Urajay" Kiev*, 605 pp .



Toxicity of Some Entomopathogenic Fungi Combined with Boric Acid Against Adults of American Cockroach *Periplaneta americana* (L.) (Blattodea: Blattidae)

İbrahim Ersin BOZDOĞAN^{1*}, Hasan TUNAZ²

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty Of Agriculture, Department Of Plant Protection, Hatay-Türkiye, ²Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty Of Agriculture, Department Of Plant Protection, Kahramanmaraş-Türkiye

¹https://orcid.org/0000-0002-9841-9744, ²https://orcid.org/0000-0003-4942-6056,

✉: ie.bozdogan@mku.edu.tr

ABSTRACT

In this study, the pathogenicity of some entomopathogenic fungi on American cockroach *Periplaneta americana* (L.) adults and the effect of the most effective fungus isolate combined with boric acid on the virulence of the fungus were investigated in laboratory conditions. According to the results obtained from the experiments, the most effective isolate was found as *Beauveria bassiana* 5-4 and when it was used on insects, it caused 0%, 66.6% and 93.3% mortality at the dose of 0.1×10^9 conidia cm^{-2} at 72, 96 and 120 hours, respectively. This fungus also caused 0%, 20% and 20% mortality, respectively, at dose of 0.05×10^9 conidia cm^{-2} in the same time period. When boric acid was used on insects, it caused 6.6%, 40% and 66.6% mortality at dose of 1 mg cm^{-2} at 72, 96 and 120 hours, respectively. When 0.1×10^9 conidia cm^{-2} dose of *B. bassiana* 5-4 was used together with 1 mg cm^{-2} dose of boric acid, 33.3%, 60% and 93.3% mortality occurred at 72, 96 and 120 hours, respectively. When 0.05×10^9 conidia cm^{-2} dose of *B. bassiana* 5-4 was used together with 1 mg cm^{-2} dose of boric acid, 33.3%, 60% and 86.6% mortality occurred at 72, 96 and 120 hours, respectively. The results showed that the combined use of boric acid and *B. bassiana* 5-4 increased the virulence of the fungus at short exposure times (72 and 96 hours), but did not significantly affect the virulence of the fungus at long exposure times (120 hours and above).

Entomology

Research Article

Article History

Received : 20.12.2022

Accepted : 02.02.2023

Keywords

Periplaneta americana

Beauveria bassiana

Boric acid

Entomopathogen fungus

Biological control

Bazı Entomopatojen Fungusların Borik Asitle Birlikte Kullanımının Amerikan Hamamböceği *Periplaneta americana* (L.) (Blattodea: Blattidae) Erginlerine Karşı Toksisitesi

ÖZET

Bu çalışmada, laboratuvar koşullarında bazı entomopatojen fungusların Amerikan hamamböceği *Periplaneta americana* (L.) erginlerine patojenitesi ve en etkili fungus izolatının borik asit ile birlikte kullanımının fungusun virülensliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Testlerden elde edilen sonuçlara göre en etkili izolat *Beauveria bassiana* 5-4 olmuştur ve böcekler üzerinde tek başına kullanıldığında 72, 96 ve 120 saatlerde 0.1×10^9 konidi cm^{-2} dozunda sırasıyla %0, %66.6 ve %93.3 ölüm meydana getirmiştir. Bu fungus aynı zaman aralığında 0.05×10^9 konidi cm^{-2} dozunda sırasıyla %0, %20 ve %20 ölüm meydana getirmiştir. Borik asit böcekler üzerinde tek başına kullanıldığında 72, 96 ve 120 saatlerde 1 mg cm^{-2} dozunda sırasıyla %6.6, %40 ve %66.6 ölüm meydana getirmiştir. *B. bassiana* 5-4'ün 0.1×10^9 konidi cm^{-2} dozu borik asidin 1 mg cm^{-2} dozu ile birlikte kullanıldığında 72, 96 ve 120 saatlerde sırasıyla %33.3, %60 ve %93.3 ölüm meydana getirmiştir. *B. bassiana* 5-4'ün 0.05×10^9 konidi cm^{-2} dozu borik asidin 1 mg cm^{-2} dozu ile birlikte kullanıldığında sırasıyla 72, 96 ve 120 saatlerde %33.3, %60 ve %86.6 ölüm meydana getirmiştir. İstatistiksel analizler borik asit ve *B. bassiana* 5-4'ün kombine kullanımının kısa maruz kalma sürelerinde (72 ve 96 saat) fungusun virülanslığını artırdığını ancak uzun maruz kalma sürelerinde (120 saat ve üzeri) fungusun virülanslığına önemli bir etki etmediğini göstermiştir.

Entomoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 20.12.2022

Kabul Tarihi : 02.02.2023

Anahtar Kelimeler

Periplaneta americana

Beauveria bassiana

Borik asit

Entomopatojen fungus

Biyolojik kontrol

Atf Şekli:	Bozdoğan, İ.E. & Tunaz, H. (2023). Bazı Entomopatojen Fungusların Borik Asitle Birlikte Kullanımının Amerikan Hamamböceği <i>Periplaneta americana</i> (L.) (Blattodea: Blattidae) Erginlerine Karşı Toksisitesi. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg</i> 26(4), 795-805. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1221835
To Cite :	Bozdoğan, İ.E. & Tunaz, H. (2023). Toxicity of Some Entomopathogenic Fungi Combined with Boric Acid Against Adults of American Cockroach <i>Periplaneta americana</i> (L.) (Blattodea: Blattidae). <i>KSU J. Agric Nat</i> 26(4), 795-805. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1221835

INTRODUCTION

Cockroaches are an ancient and highly successful form of insects. They have been in existence since Pennsylvanian (Upper Carboniferous) times (Cochran & WHO, 1999). The fossil record indicates that they achieved an optimum body form early in their evolutionary history and have remained a very stable group since that time (Moore et al., 1952).

They feed on human food and feces, so they pose a threat to human health. Because they have contact with various surfaces, they are carriers of many diseases. It has been determined that cockroaches are naturally contaminated with 40 different bacterial species that are pathogenic for invertebrates and other living things (Roth & Willis, 1957, 1960; Burgess et al., 1973a, 1973b, 1974; Artyukhina & Evokimov, 1973; Ulewicz & Zawistowski, 1973; Klowden & Greenberg, 1976; Ash & Greenberg, 1980; Cornwell & Mendes, 1981). Cockroaches are associated with many medical problems (Baumholtz et al., 1997). It has been determined that they carry viral and bacterial pathogens that cause poisoning, toxicosis, pneumonia, dysentery and diarrhea in humans (Fotedar et al., 1991). Laboratory studies have revealed that cockroaches may carry certain viruses (Roth & Willis, 1957). Some examples are the Coxsackie virus and several strains of poliomyelitis. The presence of several types of acids, which are tryptophan derivatives with mutagenic or carcinogenic effects, has been detected in the feces of some cockroach species (Mullins & Cochran, 1973).

Zahraei-Ramazani et al. (2018), reported that 90% of the American cockroach *Periplaneta americana* (L.) (Blattodea: Blattidae) population was successfully controlled using chemical pesticides, but this method also threatened non-target organisms, causing the pest to develop resistance and resulted in the formation of residues that cause environmental pollution (Nicolopoulou-Stamati et al., 2016). The increasing resistance of cockroaches to synthetic insecticides and their undesirable effects on humans has increased the necessity for new and sustainable developments to control them (Hubner-Campos et al., 2013). In this direction, the use of environmentally friendly microbial pesticides plays an important role in pest management programs.

Entomopathogenic fungi, which are used in the microbial control of pests, have advantages such as high efficiency and no residues in the environment (Mantzoukas & Eliopoulos, 2020). The biological cycle of fungi such as *Metarhizium anisopliae* and

Beauveria bassiana begins when their conidia adhere to the surface of the host insect. After the conidia adhere to the insect, they initiate germination by forming a germ tube and hyphae. Then, with the activation of extracellular cuticle-degrading enzymes, the fungi penetrate the host insect (Goettel & Lacey, 1995). After penetration, the hyphae reach the blood. At this point, the insect activates its internal defense mechanisms against the development of the fungus. The pathogenic fungus escapes the insect's defense mechanisms and forms hyphae bodies. The death of the insect occurs due to anomalies in the blood, the effect of toxins associated with cessation of feeding and depletion of nutritional reserves, growth of hyphae bodies and mycelium (Khachatourians, 1998). Due to all these stages, the duration of action of entomopathogenic fungi is long and therefore they could not compete with traditional pesticides.

Although it has been proven that effective against cockroaches (Cochran, 1995; Ebeling, 1995; Zurek et al., 2003; Gore & Schal, 2004) and low toxicity to mammals (Murray, 1998; Cox, 2004) the use of inorganic insecticide boric acid (H_3BO_3) has been limited due to its long-lasting effect against cockroaches, as is the case with entomopathogenic fungi (Yang et al., 2021).

Therefore, it was aimed to determine the microbial control potential of some entomopathogenic fungi on American cockroach *P. americana* (L.) adults and the effect of their use together with boric acid on the virulence of fungi in this study.

MATERIAL and METHOD

Rearing of Cockroaches

The *P. americana* culture used in the tests was obtained from the samples caught from Kahramanmaraş province in Türkiye in 2020. Insects were grown in plastic boxes (86×40×29 cm) in a climate room with controlled conditions (30±1 °C, 65±10% relative humidity). Eight cardboard chicken egg trays (10×10×10 cm) were placed in the plastic boxes for insects to hide and lay eggs. In order to ensure air circulation, air was added to the boxes with an aquarium pump. To meet the water need, 500 ml containers filled with water containing tissue paper were used in plastic boxes. Commercial dried dog food (Bonnie®) was given to the insects to meet their nutritional needs. During the breeding process, the plastic boxes were kept closed in order to provide dark conditions.

Boric Acid

The boric acid used in the study was produced by Sigma-Aldrich Laborchemikalien and is 99.5% - 100% purity. It was stored at room temperature (25 °C) until used in the tests.

Origin of Entomopathogen Fungi

The entomopathogenic fungi, which was used in the study, were obtained from the fungus collection of

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection. *B. bassiana* 5-4 isolate was obtained from a single spore culture of isolate 151138 originally obtained from *Rhizopertha dominica* (Er et al., 2016b). *Metarhizium robertsii* S3 isolate was obtained from a single spore culture of isolate F17-2-1, which was originally obtained from *Sitophilus oryzae* (Er et al., 2016a).

Table 1. The location where the entomopathogenic fungi used in the tests were obtained, the year of isolation and the host

Çizelge 1. Testlerde kullanılan entomopatojen fungusların elde edildiği yer, izolasyon yılı ve konukçusu

Fungus	İsolate	City	Year	Host
<i>Beauveria bassiana</i>	5-4	Şanlıurfa	2013	<i>Rhizopertha dominica</i>
<i>Purpureocillium lilacinum</i>	31304	Kahramanmaraş	2013	<i>Sitophilus oryzae</i>
<i>Beauveria varroae</i>	35727	Konya	2013	<i>Rhizopertha dominica</i>
<i>Beauveria varroae</i>	120601	Adana	2013	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>
<i>Metarhizium robertsii</i>	S3	Gaziantep	2013	<i>Sitophilus oryzae</i>

Mass Production of Fungi

The entomopathogenic fungi used in the study were grown using rice substrate (Barış & Er, 2021). Firstly, rice was kept in water for 12 hours for production, then filtered and placed in 200 gram bags. Calcium sulfate (CaSO₄) and calcium carbonate (CaCO₃) salts were added into the bags and mixed for homogeneous dispersion (Nirmala et al., 2005). The bags were

sterilized at 121 °C using an autoclave and then left to cool down to 25 °C. For each 100 g of rice in the bags, 2×10⁸ conidia were inoculated and mixed. The bags were sealed and incubated for 14 days. (25±2 °C, 12 s photoperiod). The bags opened after 14 days were left to dry for 10 days. The fungi were sieved from dried rice, placed in glass jars and kept ready for tests at +4 °C. The conidia density of the mass-produced fungi was calculated.

Table 2. The number of conidia contained in 1 milligram of entomopathogenic fungi

Çizelge 2. Entomopatojen fungusların her 1 miligramında ihtiva ettikleri spor sayıları

Fungus	İsolate	Number of conidia (conidia mg ⁻¹)
<i>Beauveria bassiana</i>	5-4	0.1×10 ⁹
<i>Purpureocillium lilacinum</i>	31304	0.08×10 ⁹
<i>Beauveria varroae</i>	35727	0.1×10 ⁹
<i>Beauveria varroae</i>	120601	0.1×10 ⁹
<i>Metarhizium robertsii</i>	S3	0.032×10 ⁹

Germination Tests

The fungi, which was used in the study were subjected to germination tests before being used in pathogenicity tests (Barış & Er, 2021). Potato Dextrose Agar (PDA) medium was used to determine germination rates. A sample of 1 mg was taken from each of the fungi and vortexed for 2 minutes in 10 ml of 0.01% Tween80. The resulting suspension was diluted to a concentration of 10⁶ conidia ml⁻¹ and then transferred to petri dishes containing PDA and spread with the help of a spatula. Petri dishes were kept in incubators at 30±2 °C for 24 hours. Thereafter, the conidia were examined under a light microscope at 40x magnification and those with germ tubes equal or longer than the conidia were considered germinated. The germination ratios were calculated after examining a minimum of 100 conidia from each of the three replicate plates. As a result of the germination test, the germination rates of the

conidia of *B. bassiana* 5-4, *Purpureocillium lilacinum* 31304, *Beauveria varroae* 35727, *B. varroae* 120601 and *M. robertsii* S3 isolates were approximately 94%, 68%, 94%, 92% and 84%, respectively.

Experimental Design

Glass jars (1 lt) were preferred as the application area for mortality tests. The jars were sterilized using 96% ethyl alcohol. Powdery fungi and boric acid were weighed on a precision scale (0.00001 g). Weighed fungi and boric acid poured into the bottom of the jars (38.5 cm²) and spread homogeneously with the using of a brush. Five *Periplaneta americana* adults, four up to five days after emergence, were accommodated in the each jar. The jars were covered with sterile cheesecloth to prevent insects from escaping. The tests were carried out in a climate chamber, at 30±1 °C, 65±10% relative humidity, in a randomized parcel design with

3 replications for each dose. Dead-alive counts were made and recorded every 24 hours. In order to prevent the insects from dying due to natural causes such as hunger, one piece of dog food was placed in each jar.

Pathogenicity and Toxicity Tests

In the first test with pure form of entomopathogenic fungi, each fungus was applied at a dose of 25 mg cm⁻² and lower dose applications were started in line with the results obtained from this test. *B. bassiana* 5-4, *B. varroae* 35727, *B. varroae* 120601 isolates were applied at 0.1×10⁹, 0.5×10⁹, 1.0×10⁹ and 1.5×10⁹ conidia cm⁻² doses. *P. lilacinum* 31304 isolate was applied at 0.08×10⁹, 0.4×10⁹, 0.8×10⁹ and 1.2×10⁹ conidia cm⁻² doses. *M. robertsii* S3 isolate was applied at 0.08×10⁹, 0.4×10⁹, 0.8×10⁹ and 1.2×10⁹ conidia cm⁻² doses. Mortality at 48, 96, 120, 144, 168 and 192 hours was recorded by counting the dead-alive.

In the toxicity tests with boric acid, doses of 0.1, 0.5, 1, 2.5, 5, 10 and 20 mg cm⁻² were applied and the effects were tested after 48, 96, 120, 144, 168 and 192 hours by counting dead-alive. In the first test to determine the effect of combined use, 0.1×10⁹ conidia cm⁻² *B. bassiana* 5-4 and 1, 0.5 and 0.1 mg cm⁻² boric acid were applied together. In the second test, 1 mg cm⁻² boric acid and 0.05×10⁹ and 0.01×10⁹ conidia cm⁻² *B. bassiana* 5-4 were applied together. The effects of the applied doses after 48, 96, 120, 144, 168 and 192 hours were tested by counting dead-alive.

Table 3. Mortality rates (%) (+ s.e.) of *Periplaneta americana* adults exposed to fixed dose (25 mg cm⁻²) entomopathogenic fungi

Çizelge 3. Sabit dozda (25 mg cm⁻²) entomopatojen funguslara maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerinin ölüm oranları (%) (+ s.h.)

Isolates İzolatlar	Post-treatment time (hour) Uygulama sonrası süre (saat)				F _{6,14}	P
	48	72	96			
<i>Beauveria bassiana</i> 5-4	53.3±17.6 ABb	93.3±6.6 Aa	100±0 Aa		9.25	0.000
<i>Purpureocillium</i> <i>lilacinum</i> 31304	6.6±6.6 Bb	80±11.5 Aa	100±0 Aa		30.52	0.000
<i>Beauveria varroae</i> 35727	80±11.5 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa		3.60	0.023
<i>Beauveria varroae</i> 120601	73.3±6.6 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa		53.17	0.000
<i>Metarhizium</i> <i>anisopliae</i> S3	66.6±17.6 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa		3.81	0.018
Control Kontrol	0±0	0±0	0±0			
F _{4,10}	4.73	2.18	-			
P	0.021	0.145	-			

- Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the data and the differences between the means were determined according to the Tukey test at the 5% significance level (P<0.05), different capital letters in the same column and different lowercase letters in the same row are statistically different from each other (dose: F_{4,70}= 6.84, P<0.0001; exposure time: F_{6,70}= 52.39, P<0.0001; dose × exposure time: F_{24,70}= 3.58, P<0.0001).

- Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre belirlenmiştir (P<0.05), aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (doz: F_{3,56}= 34.84, P<0.0001; maruz kalma süresi: F_{6,56}= 18.98, P<0.0001; doz × maruz kalma süresi: F_{18,56}= 1.27, P= 0.243).

Statistical Analyzes

After the data obtained as a result of the tests were subjected to arcsine transformation, they were subjected to one way and two way ANOVA using the Minitab 17 statistics program. Differences between means were determined by the Tukey test at the 5% significance level (P<0.05).

RESULTS and DISCUSSION

Pathogenicity Tests

Mortality rates caused by pure form of entomopathogenic fungi on *P. americana* adults are presented in Table 3, 4, 5, 6, 7 and 8. In general, mortality rates increased proportionally with the dose and exposure time. As seen in Table 3, in the first test performed with a fixed dose (25 mg cm⁻²) of entomopathogenic fungi, at least 50% mortality was observed in all isolates except *P. lilacinum* within the first 48 hours, and 100% mortality was occurred in all isolates at the end of 96 hours. Statistically, in the first 48 hours, *P. lilacinum* isolate caused a significantly lower mortality rate compared to other fungi (6.6%). It was determined that *B. varroae* 35727 isolate caused the highest mortality rate (80%) in 48 hours. When the exposure time reached 96 hours, 100% mortality occurred in all isolates.

Table 4. Mortality rates (%) (+ s.e.) of *Periplaneta americana* adults exposed to *Purpureocillium lilacinum* 31304
Çizelge 4. *Purpureocillium lilacinum* 31304 izolatına maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerinin ölüm oranları (%) (+ s.h.)

<i>Purpureocillium lilacinum</i> 31304	Post-treatment time (hour) Uygulama sonrası süre (saat)							F _{6,14}	P
	48	72	96	120	144	168	192		
0.08×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Aa	0±0Aa	0±0Ba	6.6±6.6Ba	6.6±6.6Ba	6.6±6.6Ba	13.3±6.6Ba	1.00	0.463
0.4×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Aa	6.6±6.6Aa	20±11.5ABa	20±11.5ABa	26.6±6.6ABa	33.3±13.3ABa	40±11.5ABa	2.87	0.049
0.8×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Ac	13.3±6.6Abc	26.6±6.6Aab	40±11.5ABab	46.6±6.6Aab	60±11.5Aa	60±11.5Aa	9.61	0.000
1.2×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Ac	26.6±13.3Abc	46.6±6.6Aab	60±0Aab	66.6±6.6Aa	66.6±6.6Aa	73.3±6.6Aa	13.28	0.000
Control Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	6.6±6.6		
F _{3,8}	-	1.55	7.94	5.22	12.05	8.38	6.73		
P	-	0.275	0.009	0.027	0.002	0.008	0.014		

- Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the data and the differences between the means were determined according to the Tukey test at the 5% significance level (P<0.05), different capital letters in the same column and different lowercase letters in the same row are statistically different from each other (dose: F_{3,56}= 34.84, P<0.0001; exposure time: F_{6,56}= 18.98, P<0.0001; dose × exposure time: F_{18,56}= 1.27, P= 0.243).

- Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre belirlenmiştir (P<0.05), aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (doz: F_{3,56}= 34.84, P<0.0001; maruz kalma süresi: F_{6,56}= 18.98, P<0.0001; doz × maruz kalma süresi: F_{18,56}= 1.27, P= 0.243).

Table 5. Mortality rates (%) (+ s.e.) of *Periplaneta americana* adults exposed to *Metarhizium robertsii* S3
Çizelge 5. *Metarhizium robertsii* S3 izolatına maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerinin ölüm oranları (%) (+ s.h.)

<i>Metarhizium robertsii</i> S3	Post-treatment time (hour) Uygulama sonrası süre (saat)							F _{6,14}	P
	48	72	96	120	144	168	192		
0.032×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Aa	0±0Aa	6.6±6.6Ba	6.6±6.6Ca	6.6±6.6Ba	20±11.5Ba	20±11.5Ba	1.13	0.392
0.16×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Aa	13.3±6.6Aa	26.6±13.3Ba	26.6±13.3BCa	46.6±17.6ABa	53.3±17.6ABa	60±20ABa	2.88	0.049
0.32×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Ac	33.3±6.6Abc	46.6±6.6ABb	66.6±13.3ABab	80±11.5ABab	93.3±6.6Aa	93.3±6.6Aa	15.15	0.000
1.2×10 ⁹ con. cm ⁻²	13.3±6.6Ab	33.3±17.6Ab	80±0Aab	93.3±6.6Aa	93.3±6.6Aa	93.3±6.6Aa	93.3±6.6Aa	8.27	0.001
Control Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0		
F _{3,8}	4.00	2.92	8.25	10.38	9.94	8.16	7.30		
P	0.052	0.000	0.008	0.004	0.004	0.008	0.011		

- Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the data and the differences between the means were determined according to the Tukey test at the 5% significance level (P<0.05), different capital letters in the same column and different lowercase letters in the same row are statistically different from each other (dose: F_{3,56}= 45.64, P<0.0001; exposure time: F_{6,56}= 19.53, P<0.0001; dose × exposure time: F_{18,56}= 1.50, P<0.125).

- Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre belirlenmiştir (P<0.05), aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (doz uygulaması: F_{3,56}= 45.64, P<0.0001; maruz kalma süresi: F_{6,56}= 19.53, P<0.0001; doz uygulaması × maruz kalma süresi: F_{18,56}= 1.50, P=0.125).

P. lilacinum 31304 isolate was the isolate with the lowest pathogenicity among all isolates, so that even at the highest dose (1.2×10⁹ conidia cm⁻²) after 192 hours, this isolate could not cause 100% mortality in the population (Table 4). In another study with this fungus, Toledo-Hernández et al. (2019), tested the pathogenicity of different *P. lilacinum* isolates against the adults of Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae). With their results, they

found that the mortality rates ranged from 28.8% to 52.4%, and the LT₅₀ value was 18 days or more.

Although the *M. robertsii* S3 isolate was able to kill at least half of the population at high doses (0.32×10⁹ and 1.2×10⁹ conidia cm⁻²) and after 96-120 hours and caused nearly 100% mortality after 192 hours, at low doses (0.032×10⁹ and 0.16×10⁹ conidia cm⁻²) could not cause a high mortality rate in the population even after 192 hours (Table 5).

Table 6. Mortality rates (%) (+ s.e.) of *Periplaneta americana* adults exposed to *Beauveria bassiana* 5-4
Çizelge 6. *Beauveria bassiana* 5-4 izolatına maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerinin ölüm oranları (%) (+ s.h.)

<i>Beauveria bassiana</i> 5-4	Post-treatment time (hour) Uygulama sonrası süre (saat)						F _{6,14}	P
	48	72	96	120	144	168		
0.1×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Ac	0±0Bc	66.6±6.6Bb	93.3±6.6Ba	93.3±6.6Ba	100±0Aa	65.77	0.000
0.5×10 ⁹ con. cm ⁻²	26.3±13.3Ab	73.3±13.3Aa	80±11.5Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	13.43	0.000
0.10×10 ⁹ con. cm ⁻²	26.6±17.6Ac	73.3±6.6Ab	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	18.96	0.000
0.15×10 ⁹ con. cm ⁻²	26.6±6.6Ab	93.3±6.6Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	35.43	0.000
Control Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0		
F _{3,8}	1.93	22.41	68.75	1.00	1.00	-		
P	0.203	0.000	0.000	0.441	0.441	-		

- Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the data and the differences between the means were determined according to the Tukey test at the 5% significance level (P<0.05), different capital letters in the same column and different lowercase letters in the same row are statistically different from each other (dose: F_{3,56}= 21.65, P<0.0001; exposure time: F_{6,56}= 80.69, P<0.0001; dose × exposure time: F_{18,56}= 4.88, P<0.0001).

- Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre belirlenmiştir (P<0.05), aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (doz: F_{3,56}= 21.65, P<0.0001; maruz kalma süresi: F_{6,56}= 80.69, P<0.0001; doz × maruz kalma süresi: F_{18,56}= 4.88, P<0.0001).

Table 7. Mortality rates (%) (+ s.e.) of *Periplaneta americana* adults exposed to *Beauveria varroae* 35727
Çizelge 7. *Beauveria varroae* 35727 izolatına maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerinin ölüm oranları (%) (+ s.h.)

<i>Beauveria varroae</i> 35727	Post-treatment time (hour) Uygulama sonrası süre (saat)						F _{6,14}	P	
	48	72	96	120	144	168			
0.1×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Ab	0±0Bb	6.6±6.6Bab	6.6±6.6Bab	6.6±6.6Cab	20±0Bab	26.6±6.6Ba	4.07	0.014
0.5×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Ac	20±11.5Bbc	20±11.5Bbc	33.3±17.6Babc	60±11.5Babc	80±11.5Aab	86.6±13.3Aa	6.28	0.002
1×10 ⁹ con. cm ⁻²	33.3±17.6Ab	93.3±6.6Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	11.13	0.000
1.5×10 ⁹ con. cm ⁻²	33.3±13.3Ab	86.6±6.6Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	21.27	0.000
Control Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	6.6±6.6	6.6±6.6		
F _{3,8}	4.67	21.13	35.54	22.06	47.09	26.77	16.74		
P	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001		

- Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the data and the differences between the means were determined according to the Tukey test at the 5% significance level (P<0.05), different capital letters in the same column and different lowercase letters in the same row are statistically different from each other (dose: F_{3,56}= 138.87, P<0.0001; exposure time: F_{6,56}= 24.95, P<0.0001; dose × exposure time: F_{18,56}= 2.71, P<0.003).

- Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre belirlenmiştir (P<0.05), aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (doz: F_{3,56}= 138.87, P<0.0001; maruz kalma süresi: F_{6,56}= 24.95, P<0.0001; doz × maruz kalma süresi: F_{18,56}= 2.71, P<0.003).

Beauveria isolates, on the other hand, were observed to cause nearly 100% mortality in the population after 192 hours (except 0.1×10⁹ conidia cm⁻² of isolate 35727), even at low doses (0.1×10⁹ and 0.5×10⁹ conidia cm⁻²) (Table 6, 7, 8). *B. bassiana* 5-4 isolate was the most effective isolate, with the lowest dose (0.1×10⁹ conidia cm⁻²) able to kill at least half of the population after a short exposure time (96 hours) (Table 6). In order to see the effectiveness of *B. bassiana* 5-4 isolate at lower doses (0.05 and 0.01 conidia cm⁻²), effective results could not be obtained from the second test

conducted with this isolate, so this test did not make a significant contribution to the study (Table 9).

In tests conducted with boric acid, mortality rates increased proportionally with the dose and exposure time. Doses of 20, 10, 5, 2.5 and 1 mg cm⁻² caused 100% mortality in insects at 120, 144, 168 and 192 hours. At the end of the test, 0.1 and 0.5 mg cm⁻² doses caused 40% and 86.6% mortality (Table 10).

Combined Treatments

The results of the tests conducted using the entomopathogenic fungus and boric acid together are

presented in Table 11-12. Fixed dose of *B. bassiana* 5-4 (0.1×10^9 conidia cm^{-2}) and different doses (0.1, 0.5 and 1 mg cm^{-2}) of boric acid were applied to insects and there were no statistically significant differences between the different doses during the test period. Mortality rates increased significantly as the exposure time increased, and after 168 hours, 100% mortality occurred in all tests (Table 11). In the second test, fixed

dose of boric acid (1 mg cm^{-2}) and different doses of *B. bassiana* 5-4 (0.01 and 0.05×10^9 conidia cm^{-2}) was applied to insects and there was no statistically significant difference between the two doses during the test, except at 144 and 168 hours. Mortality rates increased significantly as exposure time increased (Table 12). Tables 11 and 12 also show that combined tests can partially increase insect mortality.

Table 8. Mortality rates (%) (+ s.e.) of *Periplaneta americana* adults exposed to *Beauveria varroae* 120601
Çizelge 8. *Beauveria varroae* 120601 izolatına maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerinin ölüm oranları (%) (+ s.h.)

<i>Beauveria varroae</i> 120601	Post-treatment time (hour) Uygulama sonrası süre (saat)							F _{6,14}	P
	48	72	96	120	144	168	192		
0.1×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Ad	0±0Bd	0±0Bd	13.3±6.6Bcd	53.3±6.6Bbc	86.6±13.3Aa b	93.3±6.6Aa	27.01	0.000
0.5×10 ⁹ con. cm ⁻²	20±11.5Aa	53.3±29ABa	73.3±17.6Aa	93.3±6.6Aa	93.3±6.6Aa	93.3±6.6Aa	93.3±6.6Aa	2.80	0.052
1×10 ⁹ con. cm ⁻²	6.6±6.6Ac	60±11.5ABb	93.3±6.6Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	32.90	0.000
1.5×10 ⁹ con. cm ⁻²	26.6±17.6Ab	80±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	19.83	0.000
Control (Kontrol)	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0		
F _{3,8}	1.32	4.25	22.54	31.10	18.02	0.69	0.67		
P	0.333	0.045	0.000	0.000	0.001	0.583	0.596		

- Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the data and the differences between the means were determined according to the Tukey test at the 5% significance level (P<0.05), different capital letters in the same column and different lowercase letters in the same row are statistically different from each other (dose: F_{3,56}= 38.48, P<0.0001; exposure time: F_{6,56}= 36.49, P<0.0001; dose × exposure time: F_{18,56}= 3.07, P<0.002).

- Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre belirlenmiştir (P<0.05), aynı sütündeki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (doz: F_{3,56}= 38.48, P<0.0001; maruz kalma süresi: F_{6,56}= 36.49, P<0.0001; doz × maruz kalma süresi: F_{18,56}= 3.07, P<0.002).

Table 9. Mortality rates (%) (+ s.e.) of *Periplaneta americana* adults exposed to lower application doses of *Beauveria bassiana* 5-4

Çizelge 9. *Beauveria bassiana* 5-4 izolatının alt uygulama dozlarına maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerinin ölüm oranları (%) (+ s.h.)

<i>Beauveria bassiana</i> 5-4	Post-treatment time (hour) Uygulama sonrası süre (saat)					F _{6,14}	P
	48	96	144	192	192		
0.05×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Ab	20±0Aa	26.6±6.6Aa	26.6±6.6Aa	26.85	0.000	
0.01×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Aa	0±0Ba	0±0Ba	0±0Ba	-	-	
Control (Kontrol)	0±0	0±0	0±0	0±0			
F _{1,4}	-	-	53.17	53.17			
P	-	-	0.002	0.002			

- Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the data and the differences between the means were determined according to the Tukey test at the 5% significance level (P<0.05), different capital letters in the same column and different lowercase letters in the same row are statistically different from each other (dose: F_{1,28}= 395.81, P<0.0001; exposure time: F_{6,28}= 26.85, P<0.0001; dose × exposure time: F_{6,28}= 26.85, P<0.0001).

- Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre belirlenmiştir (P<0.05), aynı sütündeki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (doz: F_{1,28}= 395.81, P<0.0001; maruz kalma süresi: F_{6,28}= 26.85, P<0.0001; doz × maruz kalma süresi: F_{6,28}= 26.85, P<0.0001).

In this study, 5 different isolates of entomopathogenic fungi and boric acid were tested on *P. americana* adults and the combined effect of the fungi isolates showing the highest pathogenicity with boric acid was investigated. Although pure entomopathogenic fungi and boric acid applications can cause high mortality in cockroaches, it can be clearly seen that the effect duration period are long. With the combined application of boric acid and entomopathogen fungus, this period can be shortened by creating a combined

effect. Considering the parallel studies on this subject, Zurek et al. (2002), investigated the toxicity of the combined use of the entomopathogenic fungus *M. anisopliae* (Metschnikoff) and boric acid to the German cockroach *Blattella germanica* in a similar study. When they used *M. anisopliae* alone, they achieved a mortality rate of more than 92% after 28 days at a dose of 8.96×10^9 conidia m^{-2} . When they used powdered *M. anisopliae* conidia together with a powder formulation containing 12.5% boric acid or drinking water

containing 0.1% boric acid, they achieved 100% mortality at the end of 8 and 10 days, respectively. In another study, Dayer & Karvandian (2016), found that when they applied 8 gr kg⁻¹ boric acid and 5.3×10⁸ conidia 10 gr⁻¹ feed formulation to 30 *B. germanica* adults, boric acid did not show any side effects on *M. anisopliae*, but it increased its virulence in adult

German cockroaches. They found that it increased the mortality rate of insects. They measured the LT₅₀ value as 35 days in pure *M. anisopliae*, 47 days in pure boric acid, and 21 days in combined use. In the focus of these data, and similarly, the combined use of *B. bassiana* 5-4 and boric acid increased toxicity in some cases in this study.

Table 10. Mortality rates (%) (+ s.e.) of *Periplaneta americana* adults exposed to boric acid

Çizelge 10. Borik asite maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerinin ölüm oranları (%) (+ s.h.)

Boric acid	Post-treatment time (hour) Uygulama sonrası süre (saat)							F _{6,14}	P
	48	72	96	120	144	168	192		
0.1 mg cm ⁻²	0±0Bb	0±0Bb	6.6±6.6Cab	13.3±6.6Cab	13.3±6.6Bab	13.3±6.6Bab	40±0Ca	4.07	0.014
0.5 mg cm ⁻²	0±0Bc	0±0Bc	26.6±6.6BCbc	46.6±6.6BCab	80±11.5Aa	86.6±6.6Aa	86.6±6.6Ba	22.25	0.000
1 mg cm ⁻²	0±0Be	6.6±6.6Bde	40±11.5ABCcd	66.6±13.3ABCbc	66.6±13.3ABbc	93.3±6.6Aab	100±0Aa	23.92	0.000
2.5 mg cm ⁻²	0±0Bc	20±11.5ABbc	66.6±6.6ABab	86.6±6.6ABa	86.6±6.6Aa	86.6±6.6Aa	100±0Aa	18.83	0.000
5 mg cm ⁻²	0±0Bd	33.3±6.6ABcd	53.3±6.6ABbc	86.6±6.6ABab	86.6±6.6Aab	100±0Aa	100±0Aa	21.07	0.000
10 mg cm ⁻²	6.6±6.6Bc	26.6±17.6ABbc	80±11.5Aab	86.6±13.3ABa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	13.10	0.000
20 mg cm ⁻²	26.6±6.6Ac	60±11.5Ab	73.3±6.6ABb	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa	49.59	0.000
Control Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0		
F _{6,14}	1.32	4.25	22.54	31.10	18.02	0.69	0.67		
P	0.000	0.006	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000		

- Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the data and the differences between the means were determined according to the Tukey test at the 5% significance level (P<0.05), different capital letters in the same column and different lowercase letters in the same row are statistically different from each other (dose: F_{6,98}= 50.47, P<0.0001; exposure time: F_{6,98}= 112.85, P<0.0001; dose × exposure time: F_{36,98}= 2.25, P<0.002).

- Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre belirlenmiştir (P<0.05), aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (doz: F_{6,98}= 50.47, P<0.0001; maruz kalma süresi: F_{6,98}= 112.85, P<0.0001; doz × maruz kalma süresi: F_{36,98}= 2.25, P<0.002).

Table 11. Mortality rates (%) (+ s.e.) of *Periplaneta americana* adults exposed to the combined use of fixed dose (0.1×10⁹ conidia cm⁻²) *Beauveria bassiana* 5-4 and different doses of boric acid

Çizelge 11. Sabit dozda (0.1×10⁹ konidi cm⁻²) *Beauveria bassiana* 5-4 ve farklı dozlardaki borik asidin kombine kullanımına maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerinin ölüm oranları (%) (+ s.h.)

<i>Beauveria bassiana</i> (5-4) + boric acid	Post-treatment time (hour) Uygulama sonrası süre (saat)						F _{6,14}	P
	48	72	96	120	144	168		
0.1×10 ⁹ con. + 1 mg cm ⁻²	6.6±6.6Ab	33.3±17.6Ab	60±20Aab	93.3±6.6Aa	100±0Aa	100±0Aa	14.32	0.000
0.1×10 ⁹ con. + 0.5 mg cm ⁻²	0±0Ac	33.3±13.3Ab	80±11.5Aab	86.6±6.6Aa	86.6±6.6Aa	100±0Aa	21.01	0.000
0.1×10 ⁹ con. + 0.1 mg cm ⁻²	6.6±6.6Ab	26.6±13.3Ab	80±11.5Aa	93.3±6.6Aa	100±0Aa	100±0Aa	17.21	0.000
Control Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0		
<i>B. bassiana</i> (5-4)(0.1×10 ⁹ conidia cm ⁻²)	0±0	0±0	66.6±6.6	93.3±6.6	93.3±6.6	100±0		
F _{2,6}	0.50	0.11	0.68	0.33	4.00	-		
P	0.630	0.894	0.540	0.729	0.079	-		

- Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the data and the differences between the means were determined according to the Tukey test at the 5% significance level (P<0.05), different capital letters in the same column and different lowercase letters in the same row are statistically different from each other (dose: F_{2,42}= 0.40, P<0.673; exposure time: F_{6,42}= 49.89, P<0.0001; dose × exposure time: F_{12,42}= 0.63, P=0.806).

- Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre belirlenmiştir (P<0.05), aynı sütundaki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (doz: F_{2,42}= 0.40, P<0.673; maruz kalma süresi: F_{6,42}= 49.89, P<0.0001; doz × maruz kalma süresi: F_{12,42}= 0.63, P=0.806).

Table 12. Mortality rates (%) (+ s.e.) of *Periplaneta americana* adults exposed to the combined use of fixed dose (1 mg cm⁻²) boric acid and different doses of *Beauveria bassiana* 5-4

Çizelge 12. Sabit dozda (1 mg cm⁻²) borik asit farklı dozlardaki *Beauveria bassiana* 5-4'ün kombine kullanımına maruz bırakılan *Periplaneta americana* erginlerinin ölüm oranları (%) (+ s.h.)

Boric acid + <i>Beauveria bassiana</i> (5-4)	Post-treatment time (hours) Uygulama sonrası süre (saat)								F _{6,14}	P
	48	72	96	120	144	168	192			
1 mg + 0.05×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Ac	33.3±6.6Abc	60±20Aab	86.6±13.3Aab	100±0Aa	100±0Aa	100±0Aa		12.93	0.000
1 mg + 0.01×10 ⁹ con. cm ⁻²	0±0Ad	6.6±6.6Acd	33.3±6.6Abc	60±11.5Ab	66.6±6.6Bab	73.3±6.6Bab	93.3±6.6Aa		22.47	0.000
Control <i>Kontrol</i>	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0			
Boric acid (1 mg cm ⁻²)	0±0	6.6±6.6	40±11.5	66.6±13.3	66.6±13.3	93.3±6.6	100±0			
F _{1,4}	1.00	7.11	1.47	3.02	68.75	53.17	1.00			
P	0.374	0.056	0.292	0.157	0.001	0.002	0.374			

- Two-way analysis of variance (ANOVA) was applied to the data and the differences between the means were determined according to the Tukey test at the 5% significance level (P<0.05), different capital letters in the same column and different lowercase letters in the same row are statistically different from each other (dose: F_{1,28}= 30.27, P<0.0001; exposure time: F_{6,28}= 31.05, P<0.0001; dose × exposure time: F_{6,28}= 0.89, P>0.05).

- Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey testine göre belirlenmiştir (P<0.05), aynı sütündeki farklı büyük harfler ve aynı satırdaki farklı küçük harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (doz: F_{1,28}= 30.27, P<0.0001; maruz kalma süresi: F_{6,28}= 31.05, P<0.0001; doz × maruz kalma süresi: F_{6,28}= 0.89, P>0.05).

CONCLUSION

As a result, the lethal effect of entomopathogenic fungi and boric acid against *P. americana* can be accelerated by combination. Both have been specified in the literature to be safe for humans and other mammals. The principle of synergism between boric acid and entomopathogenic fungus is not known exactly, but Gwokyalaya & Altuntaş (2019), found in their study that the cytotoxic effect of boric acid significantly suppressed the hemocyte immune response mechanisms such as melanization, encapsulation and nodule formation of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). They revealed that *M. anisopliae* facilitates evasion of these mechanisms, thereby increasing the virulence of the pathogen. Similarly, it is clear that American cockroaches exposed to lethal subdoses of boric acid become more susceptible to *B. bassiana* infection. The advantage of this combination is, it can accelerate the mechanism of action of the entomopathogenic fungus without compromising its viability. However, more research is needed to optimize this formulation, determine its effectiveness under field conditions, and expand its use on other pest species.

ACKNOWLEDGEMENT

This work is part of the first author's master's thesis. Thanks to Prof. Dr. Mehmet Kubilay ER and Dr.

CebraİL BARIŞ for providing entomopathogenic fungal cultures.

Author Contributions

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

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

- Artyukhina, I. N. & Evokimov, M. P. (1973). Duration of persistence in and excretion of *Shigella flexeri* and *Shigella sonnei* by *Blattella germanica* (L.) in individual dosed feedings (in Russian). *Medical Parazitol Parazit Bol.* 42(5), 602–606.
- Ash, N. & Greenberg, B. (1980). Vector potential of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) in dissemination of *Salmonella interitidis* serotype typhimurium. *Journal of Medical Entomology.* 17(5), 417–423.
- Barış, C. & Er, M. K. (2021). Examining Some Cereals for Mass Production of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Conidia by Solid State Fermentation. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi.* 24(6), 1263-1270.
- Baumholtz, M. A., Parish, L. C., Witkowski, J. A. & Nutting, W. B. (1997). The medical importance of

- cockroaches. *International Journal of Dermatology*. 36(2), 90–96.
- Burgess, N. R., McDermott, S. M. & Whiting, J. (1973a). Aerobic bacteria occurring in the hindgut of the cockroach *Blatta orientalis*. *Journal of Hygiene*. 71(1), 1–7.
- Burgess, N. R., McDermott, S. M. & Whiting, J. (1973b). Laboratory transmission of Enterobacteriaceae by the oriental cockroach, *Blatta orientalis*. *Journal of Hygiene*. 71(1), 9–14.
- Burgess, N. R., Chetwyn, K. N., Nunn, C J. & Shuttleworth, A. E. (1974). Some preliminary work on cockroach-infested sewers in London. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 68(1), 16.
- Cochran D. G. (1995). Toxic effects of boric acid on the German cockroach. *Experientia*. 51(6), 561–563.
- Cochran, D. G., & World Health Organization. (1999). Communicable Diseases Prevention and Control Dept. WHO Pesticide Evaluation Scheme. *Cockroaches: their biology, distribution and control* by Donald G. Cochran. World Health Organization.
- Cornwell, P. B. & Mendes, M. F. (1981). Disease organisms carried by oriental cockroaches, *Blatta orientalis*, in relation to acceptable standards of hygiene. *Internatational Pest Control*. 23(3), 72-74.
- Cox, C. (2004). Boric acid and borates. *Journal of Pesticide Reform*. 24(2), 10–15.
- Dayer M. S., Karvandian K. (2016). Toxicity of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) and boric acid against nosocomial cockroaches, *Blattella germanica*. *Arthropods*. 5(3), 114–124.
- Ebeling, W. (1995). Understanding and Controlling the German Cockroach. *Inorganic insecticides and dusts*. pp. 193–230.
- Er, M. K., Tunaz, H., Ücük, C., Barış, C. & Işıkber, A. A. (2016). Occurrence of entomopathogenic fungi on insect pests of stored wheat and maize in Central and South Anatolia in Turkey. *Turkish Journal of Entomology*. 40(3), 249–263.
- Er, M. K., Işıkber, A. A., & Tunaz, H. (2016). Effect of short time exposure of *Rhyzopertha dominica* adults to *Beauveria bassiana* conidia mixed in wheat grains. Presented at the 7th International Scientific Agriculture Symposium (Agrosym 2016) .
- Fotedar, R., Shiniwas, U. & Verma, A. (1991). Cockroaches, *Blattella germanica*, as carriers of microorganisms of medical importance in hospitals. *Epidemiology & Infection*. 107(1), 181-188.
- Goettel, M. S., Lacey L. A. (1995). Current developments in microbial control of insect pests and prospects for the early 21st century. *Entomophaga*. 40(1), 3-27.
- Gore, J. C., & Schal C., (2004). Laboratory evaluation of boric acid-sugar solutions as baits for management of German cockroach infestations. *Journal of Economic Entomology*. 97(2), 581–587.
- Gwokyalaya, R., & Altuntaş, H. (2019). Boric acid-induced immunotoxicity and genotoxicity in model insect *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Archives of insect biochemistry and physiology*. 101(4), e21588.
- Hernández-Ramírez, G., Sánchez-arroyo, H., Alatorre-Rosas, R., Robinson, W. H., & Bajomi, D. (2008). Patogenicity of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to the American cockroach (Dictyoptera: Blattidae). Proceedings of the Sixth International Conference on Urban Pests (Robinson WH, Bajomi D, eds). 143-144, OOK-Press, Kft, Hungary.
- Hubner-Campos R.F., Leles R.N., Rodrigues J., Luz C. (2013). Efficacy of entomopathogenic hypocrealean fungi against *Periplaneta americana*. *Parasitology International*. 62(6), 517–521.
- Khachatourians, G. G. (1998). Agricultural use of antibiotics and the evolution and transfer of antibiotic-resistant bacteria. *Canadian Medical Association Journal*. 159(9) 1129-1136.
- Klowden, M. J. & Greenburg, B. (1976). *Salmonella* in the American cockroach: evaluation of vector potential through dosed feeding experiments. *Journal of Hygiene*. 77(1), 105-111.
- Mantzoukas S., Eliopoulos P. A. 2020. Endophytic entomopathogenic fungi: A valuable biological control tool against plant pests. *Applied Sciences* (Switzerland). 10(1), 360.
- Minitab 17 Statistical Software, 2010, State College, PA: Minitab, Inc. (www.minitab.com).
- Moore, R. C., Lalicker, C. G. & Fischer, A. C. (1952). *Invertebrate Fossils*. McGraw-Hill, N. Y. p. 571.
- Mullins, D. E. & Cochran, D. G. (1973). Tryptophan metabolite excretion by the American cockroach. *Comparative Biochemistry & Physiology*. 44(2), 549-555.
- Murray, F. J. (1998). A comparative review of the pharmacokinetics of boric acid in rodents and humans. *Biological Trace Element Research*. 66(1-3), 331–341.
- Nicolopoulou-Stamati P., Maipas S., Kotampasi C., Stamatis P., & Hens L. (2016). Chemical pesticides and human health: The urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers Public Health*. 4, 148.
- Nirmala R., Ramanujan B., Rabindra R. J., & Rao N. S. (2005). Growth parameters of some isolates of entomofungal pathogens and production of dust-free conidia on rice medium. *Journal of Biological Control*. 19(2), 121-128.
- Roth, L. M. & Willis, E. R. (1957a). The medical and veterinary importance of cockroaches. *Smithsonian Miscellaneous Collections*. 134(10), 1-147.
- Roth, L. M. & Willis, E. R. (1960). The biotoc association of cockroaches. *Smithsonian Miscellaneous Collections*. 141(1), 1-470.

- Toledo-Hernández R. A., Toledo J., Valle-Mora J., Holguín-Meléndez F., Liedo P., Huerta-Palacios G. (2019). Pathogenicity and Virulence of *Purpureocillium lilacinum* (Hypocreales: Ophiocordycipitaceae) on Mexican Fruit Fly Adults. *Florida Entomologist*. 102(2), 309-314.
- Ulewicz. K. & Zawistowski, S. (1973). Experimental studies on the epidemiological importance of the cockroach *Blattella germanica* (L.) in streptococcal infections on ships. *Zentralblatt fur Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene. Erste Abteilung Originale. Reihe A: Medizinische Mikrobiologie und Parasitologie*. 223(1), 77-82.
- Yang, R., Zhang, M., Schal, C., Jiang, M., Cai, T., & Zhang, F. (2021). Boric acid enhances *Metarhizium anisopliae* virulence in *Blattella germanica* (L.) by disrupting the gut and altering its microbial community. *Biological Control*. 152, 104430.
- Zahraei-Ramazani A. R., Saghafipour A., & Vatandoost H. (2018). Control of American Cockroach (*Periplaneta americana*) in municipal sewage disposal system, Central Iran. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*. 12(2), 172-179.
- Zurek, L., Watson, D.W., & Schal, C. (2002). Synergism between *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) and Boric Acid against the German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *Biological Control*. 23(4), 296-302.
- Zurek L., Gore J.C., Stringham S.M., Watson D.W., Aldvogelm G.W., & Schal C. (2003). Boric acid dust as a component of an integrated cockroach management program in confined swine production. *Journal of Economic Entomology*. 96(4), 1362-1366.



Determining Phylogenetic Relationships of Some Endemic and Rare *Astragalus* Taxa in the Van Lake Basin

Gülistan GENLİ¹, İlhan KAYA TEKBUDAK^{2*}, Mustafa USTA³, Muzaffer MÜKEMRE⁴

^{1,2,3}Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Van Yuzuncu Yil University Van, Türkiye, ⁴Department of Plant and Animal Production, Yuksekova Vocational School, Hakkari University, Hakkari, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-1271-4479>, ²<https://orcid.org/0000-0002-2754-2489>, ³<https://orcid.org/0000-0002-3940-2774>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-6154-6603>

✉: ilhank@yyu.edu.tr

ABSTRACT

Astragalus, the most diverse genus in the world, contains about 3000 different taxa. This genus has 489 taxa and 63 sections in Turkey, giving it a 51% endemism rate. 82 *Astragalus* taxa were collected from the Van Lake Basin in 2019 for this research. These species' morphological diagnoses revealed that four of them were rare and 17 of them were endemic. In this research, the universal primers ITS4 and ITS5 were used to amplify the ITS1 and ITS2 sections, which included the 5.8S gene of rDNA. Different programs (SnapGene, CLC DNA Workbench) were used to analyze the genome information of species in the genus *Astragalus*. The DNA sequences of *Astragalus* species have been uploaded to the GenBank database of the National Center for Biotechnology Information (NCBI) (Maryland, USA), which is open to all researchers worldwide. The length of the ITS in the study, including the 5.8S sequence, varied from 669 to 687 bp. The results showed that the phylogenetic tree combined with the most stable secondary (2⁰) structure obtained from the universal ITS4 and ITS5 primers is an effective tool for the identification of *Astragalus* taxa.

Phytopathology

Research Article

Article History

Received : 03.10.2022
Accepted : 23.01.2023

Keywords

Astragalus
Molecular phylogeny
ITS
Endemism

Van Gölü Havzası'nda Bazı Endemik ve Nadir *Astragalus* Taksonlarının Filogenetik İlişkilerinin Belirlenmesi

ÖZET

Dünyanın en çeşitli cinsi olan *Astragalus*, yaklaşık 3000 farklı takson içermektedir. Bu cins Türkiye'de 489 takson ve 63 bölüme sahiptir ve bu da ona %51 endemizm oranı vermektedir. Bu araştırma için 2019 yılında Van Gölü Havzası'ndan 82 *Astragalus* taksonu toplanmıştır. Bu türlerin morfolojik tanıları, dördünün nadir, 17'sinin endemik olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada, rDNA'nın 5.8S genini içeren ITS1 ve ITS2 bölümlerini çoğaltmak için evrensel primerler olan ITS4 ve ITS5 kullanılmıştır. *Astragalus* cinsindeki türlerin genom bilgilerini analiz etmek için farklı programlar (SnapGene, CLC DNA Workbench) kullanılmıştır. *Astragalus* türlerinin DNA dizileri, Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi'nin (NCBI) (Maryland, USA) dünya çapında tüm araştırmacılara açık olan GenBank veri tabanına yüklenmiştir. 5.8S dizisi de dahil olmak üzere çalışmadaki ITS uzunluğu 669 ila 687 bp arasında değişmiştir. Sonuçlar, evrensel ITS4 ve ITS5 primerlerinden elde edilen en kararlı ikincil (2⁰) yapı ile birleştirilen filogenetik ağacın, *Astragalus* taksonlarının tanımlanması için etkili bir araç olduğunu göstermiştir.

Fitopatoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 03.10.2022
Kabul Tarihi : 23.01.2023

Anahtar Kelimeler

Astragalus
Moleküler filogeni
ITS
Endemizm

Atıf Şekli: Genli, G., Kaya Tekbudak, İ., Usta, M., & Mükemre, M., (2023) Van Gölü Havzası'nda Bazı Endemik ve Nadir *Astragalus* Taksonlarının Filogenetik İlişkilerinin Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (4), 806-814. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1183518>

To Cite : Genli, G., Kaya Tekbudak, İ., Usta, M., & Mükemre, M., (2023). Determining Phylogenetic Relationships of Some Endemic and Rare *Astragalus* Taxa in the Van Lake Basin. *KSU J. Agric Nat* 26(4), 806-814. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1183518>

INTRODUCTION

After Orchidaceae and Asteraceae, the Fabaceae family has 19,400 species and 740 genera, making it the world's third-largest plant family. The largest genus in the Fabaceae family is *Astragalus* (Podlech & Zarre, 2013). The genus *Astragalus* has 469 taxa and 62 sections (groups) in the Turkish flora (Davis et al., 1988; Podlech, 1999; Aytac & Ekici, 2012). Aytac and Ekici (2012) report that 217 of Turkey's 469 *Astragalus* taxa are endemic, with an endemism rate of 46.2%. *Astragalus* is widely distributed in the steppe environment of low or high mountains in the Irano-Turanian phytogeographic region of Turkey (Chamberlain & Matthews, 1970; Podlech, 1999; Duran & Aytac, 2005; Atasagun et al., 2021). The leaf rachis of this taxa is classified into two groups: those with spines and those without. In Turkey, locals refer to it as "Geven or Guni. The taxonomical problems of the genus *Astragalus* were mentioned in the Flora of Turkey (Davis et al., 1988). Due to their morphological similarities, some taxa of the *Astragalus* genus identified in Turkey might be difficult to distinguish. The Fabaceae family's most abundant member, *Astragalus*, is considered a taxonomically difficult genus. (Podlech, 1986). To solve these taxonomical issues, the genus should determine the phylogenetic relationships.

The (ITS) Internal Transcribed Spacers region on ribosomal DNA is a popular choice today for PCR amplification used for phylogenetic analysis of closely related species and populations. The popularity of ITS regions has increased as universal primers that can bind to conserved rDNA regions have been developed. The information obtained from the analysis of the ITS base sequences makes important contributions to the solution of current problems in taxonomic categories. Usually, the kinship of the related taxa is attempted by examining the ITS variations that belong to the various taxa (Baldwin et al., 1995). In various systematic studies, ITS has been applied to a wide range of plants at the genus and species levels. The two interior spaces ITS-1 and ITS-2 are located between the genes encoding the 5.8S, 18S, and 26S nuclear ribosomal RNA (nrRNA) subunits. The ITS-1 and ITS-2 gaps as well as the 5.8S gene are referred to as the ITS region. While the 5.8S subunit in angiosperms has a constant length of 163–164 bp, ITS-1 and ITS-2 are about 300 bp long (Baldwin, 1992).

The ITS region can be amplified and sequenced with the help of all-purpose primers. Primers derived from yeast (*Saccharomyces*), insect (*Drosophila*), and plant (*Oryza sativa* and *Hordeum vulgare*) lines were originally designed for fungal rRNA amplification (White et al., 1990). The ITS-1 or ITS-2 region sequence analysis results may produce phylogenetic trees with results that are not supported by other

sequences. As a result, combining the data from the ITS-1 and ITS-2 regions produces results that produce trees that are more precise, reliable, and comprehensive (Baldwin, 1992; Baldwin et al., 1995).

Because the morphological features of many *Astragalus* species are complex, it is difficult to distinguish them differently. In that sense, standardized DNA marker-based DNA analysis is useful for identifying species (Zhang & Jiang, 2020). Recent years have seen a significant increase in the usage of these markers for endangered species conservation and species discrimination (Kress et al., 2005; Kress, 2017). Especially, the internal transcribed spacer region (ITS) of nuclear ribosomal DNA (nrDNA) is now widely used for such purposes. Several studies, including some recent ones, have used ITS regions as molecular evidence to describe new *Astragalus* species (Pahlevani et al., 2020; Roofgar & Maassoumi, 2020; Abd El-Ghani et al., 2021).

In this study, some endemic and rare species of the *Astragalus* genus were collected in the Van Lake Basin. Phylogenetic analysis techniques were used to identify the degree of relationship between species. Molecular methods used in plant identification provide a great convenience in this sense and eliminate the mistakes made in systematic diagnosis in distinguishing species belonging to a genus from each other.

There are 211 endemic *Astragalus* taxa that have been identified in Turkey, and they are all perennial. According to our regions, the Central Anatolia Region (100 taxa; 29.1%) has the highest number of *Astragalus* taxa, followed by the Mediterranean (77 taxa; 22.4%), Eastern Anatolia (63 taxa; 18.3%), and the Black Sea Region (52 taxa; 15.1%) (Başbağ et al., 2018).

MATERIAL and METHOD

Taxon Sampling:

In July 2019, the study was carried out in the Van Lake Basin. Plant samples belonging to the genus *Astragalus* were collected from the Erciş, Muradiye, Çaldıran, Tuşba, Edremit, Özalp, Saray, Çatak, Bahçesaray, and Gürpınar districts of Van (Figure 1). The scientific identification of the plant samples was confirmed at Hakkari University Biodiversity Research Herbarium (VPH), in Turkey, and the voucher specimens were stored at VPH (Table 1).

DNA Isolation and PCR Amplification

Genomic DNA was extracted from fresh *Astragalus* spp.

The leaves of the samples selected during the field study and turned into herbarium samples were used for DNA isolation. A commercial DNA extraction kit

(Thermo Scientific, Lithuania) was used to isolate plant DNA, which is the main material of the present study. DNA isolation was applied to plant samples at the numbers which can represent each species.

Molecular (sequence analysis and secondary structure pattern of nrDNA) and morphological (flower and leaf structure) analyses were primarily used to identify the species of the collected plant samples.

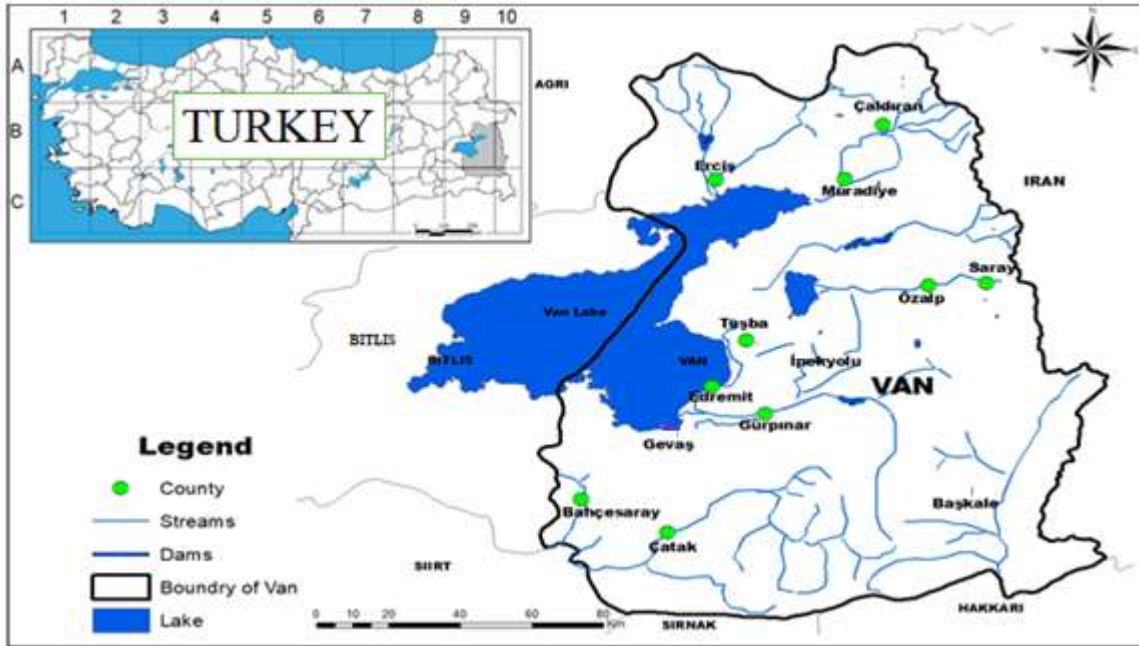


Figure 1. Locations where endemic and rare species belonging to the genus *Astragalus* are collected in the Van Lake Basin.

Şekil 1. Van Gölü Havzası'nda *Astragalus* cinsine ait endemik ve nadir türlerin toplandığı yerler.

Universal primers ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') and ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3') were used to amplify the ITS region of the ribosomal DNA gene. With the help of these primers, ITS1, 5.8S, and ITS2 regions in rDNA were amplified by PCR. Amplification of these regions on double-stranded DNA was performed in 50 µl reaction volumes, which was a mixture containing 5 µl of 10X reaction buffer, 3 µl of MgCl₂, 1 µl of dNTP, 1 µl of each primer, 0.4 µl of Taq DNA polymerase enzyme (Fermantas) and 5 µl of genomic DNA. In the prepared PCR mixture 2 min DNA double chain separation at 94 °C, 1 min DNA double chain separation at 94 °C, 1 min primers binding at 55 °C, 2 min DNA synthesis at 72 °C, and finally 10 min final elongation at 72 °C were applied to the prepared PCR mixture in the form of 36 thermal cycles, respectively. PCR applications were performed on the Eppendorf MasterCycler device. The products PCR were run on a 1% agarose gel and the gel obtained at the end of electrophoresis was stained on a shaker platform for 20 minutes in 100 ml of sterile distilled water and 30 µl of EtBr (0.5 µg ml⁻¹) solution in a suitable container (Sambrook et al., 1989). To make the stained DNA visible, it was displayed in the gel imaging and analysis system. After the molecular studies, DNA next-generation sequencing (NGS) of the

ITS regions of each taxon on the purified DNA was made by Sentebiolab A.Ş. The accession numbers of the studied sequences are given in Table 1 and registered in the GenBank database.

Predicting the Most Stable Secondary (2^o) Structure

All possible most stable secondary (2^o) structures of ITS1, 5.8S, and ITS2 regions for a total of 21 species sequences were modeled using the fold structure prediction package of CLC Main Workbench 6.7.1. The most stable rRNA molecule can be predicted by calculating the free energies of all possible secondary structures and maintaining one of the lowest energy (i.e., the most stable) ones (Chastain & Tinoco, 1991).

Phylogenetic Analysis

Nucleotide sequence similarity, multiple alignments, and phylogenetic tree were created using the CLC Mainwork bench 6.7.1 software (Qiagen, USA). The phylogenetic tree was created using the Neighbor-Joining algorithm with 1000 bootstrap replicates by the ITS (Internal Transcribed Spacer) region sequences of *Astragalus* species detected in the present study registered in the GeneBank. A plant species named *Phytolacca americana* L. with accession number JX6580 was used as an outgroup to provide better branching of the tree.

Table 1. NCBI accession number and the source of sequences used

Çizelge 1. NCBI erişim numarası ve kullanılan dizilerin kaynağı

Taxa	Herbarium/ Collector Code	Collected Coordinates	GenBank accession number	Base Length (bp)
* <i>Astragalus aucheri</i> Boiss.	VPH: 358; GG-2	38° 8' 300"N42° 51' 33 50" E 2341 m	MW208807	687
* <i>Astragalus bashkalensis</i> D.F.Chamb.	VPH: 371; GG-15	38° 10' 642"N43° 54' 7 70" E 2742 m	MW177874	687
* <i>Astragalus baytopianus</i> D.F.Chamb. & V.A. Matthews	VPH: 361; GG-5	38° 10' 996"N43° 12' 9 25" E 2188 m	MW207660	687
* <i>Astragalus bicolor</i> Lam. subsp. <i>karputanus</i> (Boiss. & Noë) Ponert	VPH: 377; GG-21	38° 11' 511"N43° 54' 6 06" E 2700 m	MW205835	687
* <i>Astragalus cinereus</i> Willd.	VPH: 357; GG-1	38° 15' 30"N43° 15' 11 5" E 1897 m	MW199105	686
* <i>Astragalus comosoides</i> D.F.Chamb. & V.A. Matthews	VPH: 370; GG-14	37° 52' 422"N43° 01' 2 82" E 1676 m	MW177875	686
* <i>Astragalus cryptocarpus</i> D.C.	VPH: 375; GG-19	38° 55' 311"N43° 47' 3 03" E 1949 m	MW208691	674
* <i>Astragalus davisii</i> D.F.Chamb. & V.A. Matthews	VPH: 359; GG-3	38° 8' 300"N42° 51' 33 50" E 2341 m	MW207663	686
* <i>Astragalus delanensis</i> Sirj. & Rech. F.	VPH: 362; GG-6	38° 94' 87"N42° 58' 50 6" E 2400 m	MW207666	687
* <i>Astragalus gevashensis</i> D.F.Chamb. & V.A. Matthews	VPH: 365; GG-9	38° 25' 811"N42° 53' 1 02" E 1808 m	MW207662	687
* <i>Astragalus gymnalopecias</i> Rech. F.	VPH: 366; GG-10	38° 7' 350"N43° 3' 129' E 2250 m	MW208692	686
* <i>Astragalus hareftae</i> (Nab.) Sirj.	VPH: 376; GG-20	38° 10' 996"N43° 12' 9 25" E 2188 m	MW208693	686
* <i>Astragalus longifolius</i> Lam.	VPH: 363; GG-7	38° 8' 300"N42° 51' 33 50" E 2341m	MW207665	686
* <i>Astragalus lycius</i> Boiss.	VPH: 368; GG-12	38° 19' 421"N43° 48' 4 94" E 230 m	MW221495	686
** <i>Astragalus pendulus</i> D.C.	VPH: 367; GG-11	38° 08' 463"N43° 02' 2 49" E 2291 m	MW208694	686
** <i>Astragalus pinetorum</i> Boiss. subsp <i>declinatus</i> Podlech	VPH: 374; GG-18	38° 11' 511"N43° 54' 6 06" E 2700 m	MW289909	669
** <i>Astragalus pulchellus</i> Boiss.	VPH: 372; GG-16	38° 11' 511"N43° 54' 6 06" E 2700 m	MW205827	686
* <i>Astragalus sachanewii</i> Sirj.	VPH: 360; GG-4	38° 91' 92"N42° 54' 16 1" E 3047 m	MW207664	686
* <i>Astragalus tauricolus</i> Boiss.	VPH: 364; GG-8	38° 19' 168"N43° 36' 5 65" E 2128 m	MW207659	686
* <i>Astragalus tournefortii</i> Boiss.	VPH: 369; GG-13	37° 54' 542"N42° 52' 2 14" E 1790 m	MW208695	686
** <i>Astragalus xylobasis</i> Freyn & Bornm.	VPH: 373; GG-17	38° 8' 300"N42° 51' 33 50" E 2341 m	MW207661	687

*Endemic species, **Rare species

RESULTS

In the study, 82 *Astragalus* taxa were collected from the Van Lake Basin and morphological identifications of these taxa were performed. As a result of these diagnoses, it was identified that 17 of 82 taxa were endemic and 4 were rare. It has been studied with 21

taxa, which are most common in the Van Lake Basin. Due to the similarity of their morphological characteristics, the taxa of the genus *Astragalus* are difficult to identify. When the procedures outlined in this study and systematic diagnosis were used together, the identification of these species yielded

more precise and rapid results. These analyses showed that they were sufficient for identifying and categorizing *Astragalus* taxa. The ITS sequences used, including the 5.8S gene, were identified for 21 *Astragalus* taxa and accession numbers were submitted to the gene bank (Table 1).

Secondary (2^o) structures support phylogenetic studies and are very important in terms of providing certainty in the phylogenetic identification of species. Secondary (2^o) structures determined in this way can be easily used in diagnosis. Thanks to the phylogenetic tree and secondary (2^o) structures obtained, the morphological identification of taxa has been proven to be correct and it has been confirmed that they are endemic taxa.

When the phylogenetic tree in Figure 2 is examined; It has been revealed that endemic taxa named *A. tauricolus* and *A. sachanewii* are the closest taxa to each other. It was determined that the endemic species *A. aucheri* and *A. bicolor* subsp *karputanus*, both of which are in the same branch of the phylogenetic tree, are the closest taxa to each other. Likewise, taxa named *A. pulchellus* and *A. comosoides* were determined to be very close to each other. Located in the same branch of the phylogenetic tree, *A. pinetorum* subsp *declinatus* and *A. cryptocarpus* taxa were found to be close to each other. It has been determined that *A. tournefortii* and *A. longifolius* in the phylogenetic tree are very close to each other. It was determined that the taxa called *A. lycius*, *A. bashkalensis*, *A. xylobasis*, *A. gymnalopecias*, *A. cinerous*, *A. pendulus*, *A. hareftae*, *A. davisii*, *A. baytopianus*, *A. delanensis*, *A. gevashensis*, which are located in different branches of the phylogenetic tree, were not close to each other and were located in different branches of the phylogenetic tree.

Sequence Analysis and Determination of Secondary Structures

The nucleic acid base sequences of the ITS1-ITS2 region on the rDNA of the identified species were determined and secondary structures of the rRNA of the species were created using the CLC Main Workbench 6.7.1 software (Figure 3).

DISCUSSION and CONCLUSION

In the study, 82 *Astragalus* taxa were collected from the Van Lake Basin, and it was identified that 17 of these taxa were endemic and 4 of them were rare plants. A total of 21 taxa were studied. These taxa have been systematically identified and the taxa called *A. cinerous*, *A. aucheri*, *A. davisii*, *A. sachanewii*, *A. baytopianus*, *A. delanensis*, *A. longifolius*, *A. tauricolus*, *A. gevashensis*, *A. gymnalopecias*, *A. lycius*, *A. tournefortii*, *A. comosoides*, *A. bashkalensis*, *A. cryptocarpus*, *A. hareftae*, and *A. bicolor* subsp *karputanus* were found to be endemic. In cases where morphological characters are insufficient, sequence

analysis is very useful for phylogenetic analysis (Yokoyama et al., 2000).

Species found to be rare were *A. pulchellus*, *A. xylobasis*, *A. pinetorum* subsp *declinatus*, and *A. pendulous*. Recent advances in molecular biology help identify plant species by identifying species-species gene regions (Baldwin et al., 1995).

Based on the ITS region of the 21 taxa used to support the systematic diagnosis, a phylogenetic tree was constructed. DNA sequences of chloroplast DNA and nuclear genome regions are used to examine the phylogenetic relationships between plant species (Ateş, 2017). In such plants as *Astragalus* that are difficult to identify, phylogenetic relationships between subgenera and genera belonging to plants are distinguished by comparative sequencing of nrDNA with ITS and 5.8S (Osaloo et al., 2003).

In addition to the phylogenetic tree, secondary structures of 21 taxa studied for further supporting data, were created with the CLC Main Workbench 6.7.1 software, and accordingly, *A. cinerous*, *A. xylobasis*, *A. davisii*, *A. longifolius*, *A. gymnalopecias*, *A. comosoides*, *A. pinetorum* subsp *declinatus*, *A. cryptocarpus* taxa were found to have different secondary structures. RNA secondary (2^o) structures, with symbolic representations of base pairs, double-helices, loops, bulges, and single-strands, represent a wide spectrum of information by forming branches to understand, organize, and decompose the three-dimensional (3D) structure, folding, and function of RNA (Petrov et al., 2014). When the groups formed in the phylogenetic tree of 21 *Astragalus* taxa identified in the study and the secondary structures of these species were compared, it was determined that the secondary structures of *A. tauricolus* and *A. sachanewii*, located in the same branch of the phylogenetic tree, were very close to each other. It has been determined that the secondary structures of *A. aucheri* and *A. bicolor* subsp *karputanus*, which are in the same branch of the phylogenetic tree, are different from each other. The secondary structure of *A. aucheri* with *A. tournefortii* and *A. bicolor* subsp *karputanus* with *A. lycius* was found to be similar. It was determined that the secondary structures of *A. pulchellus* and *A. comosoides*, which are on the same branch in the phylogenetic tree, are different from each other. The secondary structure of *A. pulchellus* and *A. bashkalensis* turned out similar. It has been determined that *A. comosoides* has a unique secondary structure. Similarly, it was determined that secondary structures of *A. pinetorum* subsp *declinatus* and *A. cryptocarpus*, located on the same branch in the phylogenetic tree, formed a unique structure. Considering the secondary structure of *A. tournefortii* and *A. longifolius*, which are in the same branch in the phylogenetic tree, it has been determined that the secondary structure of *A. tournefortii* is very close to

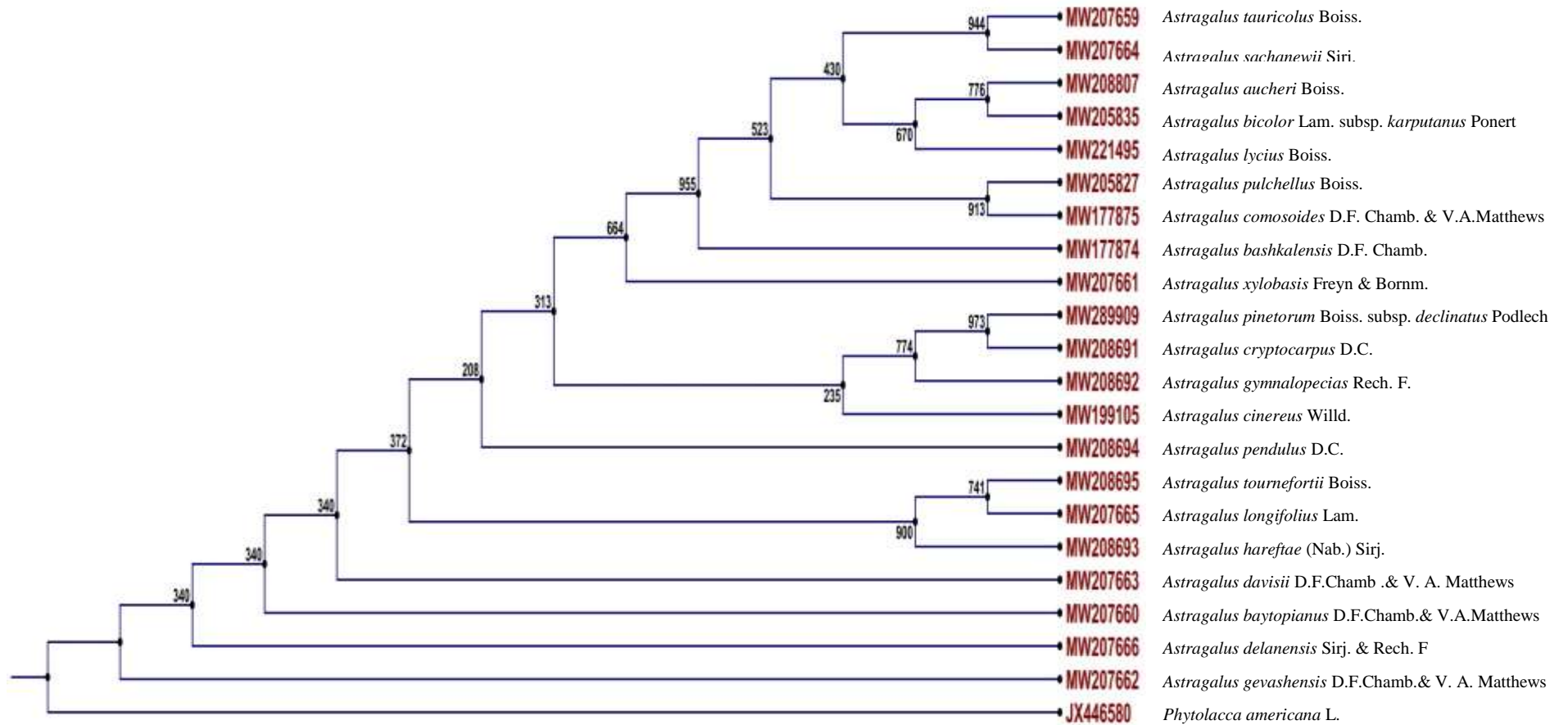


Figure 2. Phylogenetic tree of endemic taxa of the genus *Astragalus* obtained by CLC DNA Main Workbench 6.7.1 program
Şekil 2. CLC DNA Main Workbench 6.7.1 programı ile elde edilen *Astragalus* cinsinin endemik taksonlarının filogenetik ağacı.

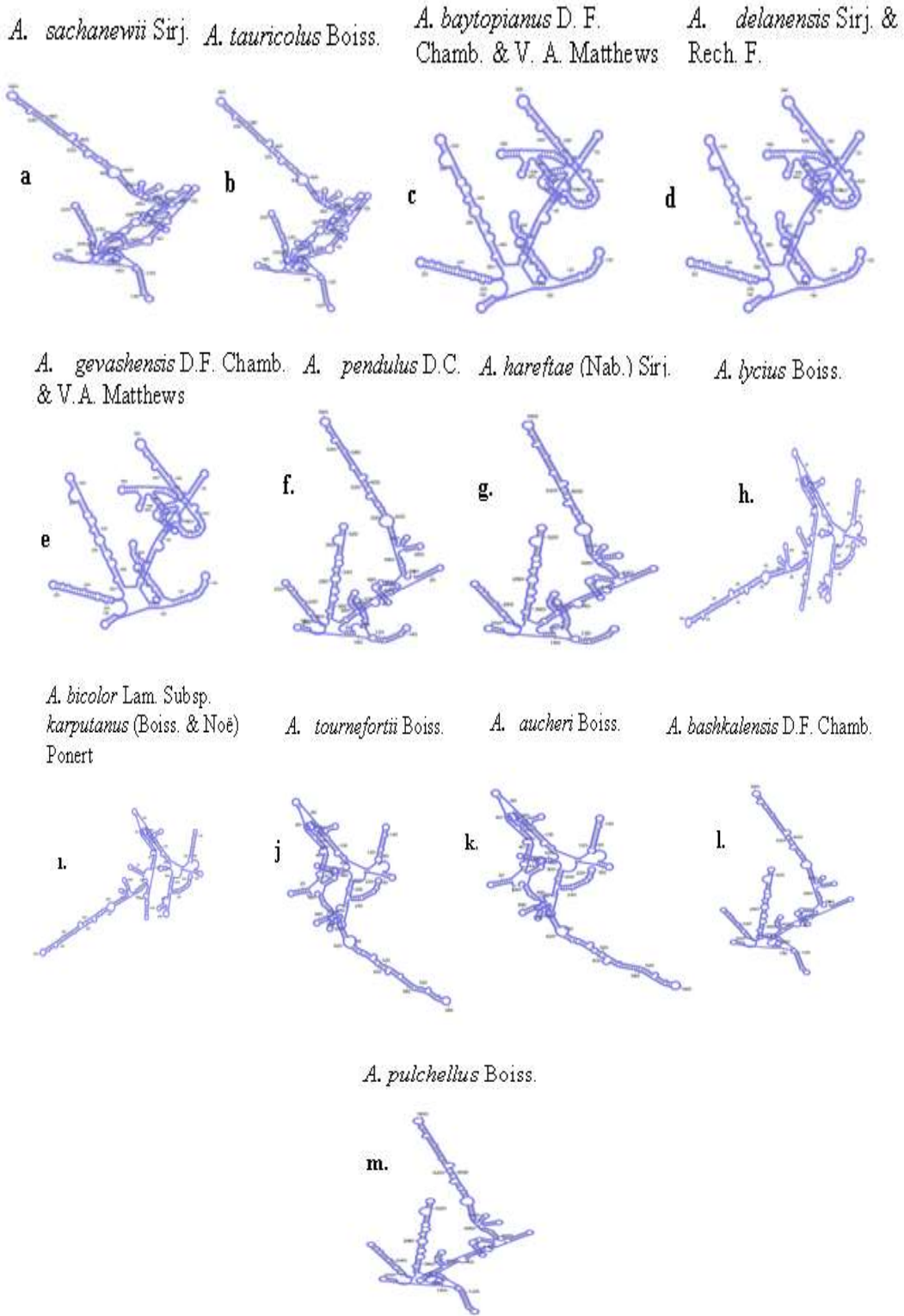


Figure 3. Secondary structures of ITS region sequences of *Astragalus* species: *A. sachanewii* (a) with *A. tauricolus* (b), *A. baytopianus* (c) with *A. delanensis* (d) and *A. gevashensis* (e), *A. pendulus* (f) with *A. hareftae* (g), *A. lycius* (h) with *A. bicolor* subsp. *karputanus* (i), *A. tournefortii* (j) and *A. aucheri* (k), *A. bashkalensis* (l) and *A. pulchellus* (m) secondary structures of the ITS sequences turned out to be similar.

Şekil 3. *Astragalus* türlerinin ITS bölgesi dizilerinin ikincil yapıları: *A. sachanewii* (a) ile *A. tauricolus* (b), *A. baytopianus* (c) ile *A. delanensis* (d) ve *A. gevashensis* (e), *A. pendulus* (f) ile *A. hareftae* (g), *A. lycius* (h) ile *A. bicolor* subsp. *karputanus* (i), *A. tournefortii* (j) ve *A. aucheri* (k), *A. bashkalensis* (l) ve *A. pulchellus* (m) ikincil yapılar birbirine benzer çıkmıştır.

that of *A. aucheri*. It was revealed that the secondary structure of *A. longifolius* formed a unique structure. Accurate and easily accessible secondary structures are essential for comprehending ribosomes, which are enormously large and highly complex three-dimensional objects (Petrov et al., 2014).

As a result, with this study, a total of 82 plant samples belonging to the genus *Astragalus*, were collected in the Van Lake Basin and their systematic identification was made. After a series of molecular processes, the degree of kinship between species was determined by phylogenetic analysis methods and their secondary (2°) structures have been researched. As a result, the relative positioning status and secondary structures of the species in the phylogenetic tree were evaluated, and it was found that the results were consistent with one another. At the same time, it was discovered that the nrDNA ITS region of plants ranged in length from 669 to 687 base pairs. This finding was lengthy enough to offer enough data for species identification.

ACKNOWLEDGMENTS

The Van YU Scientific Research Project Department funded this work (BAP; project number: FYL-2019-8085).

Contribution Rate Statement Summary of Researchers

The authors declare the contribution of the authors is equal.

Statement of Conflict of Interest

The authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Abd El-Ghani, M. M., El-Sayed, A. S., Moubarak, A., Rashad, R., Nosier, H., & Khattab, A. (2021). Biosystematic study on some Egyptian species of *Astragalus* L. (Fabaceae). *Agriculture*, 11(2), 125.
- Atasagun, B., Aksoy, A., Güllü, I. B., & Albayrak, S. (2021). Reproductive Biology of *Astragalus argaeus* (Fabaceae), a critically endangered endemic species. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120201613>.
- Ateş, M. A. (2017). *Molecular phylogenetic relationships of six Astragalus L. sections (Halicacabus, Megalocystis, Macrophyllium, Hymenostegis, Hymenocoleous, Poterion) Native to Turkey based on cpDNA and nDNA regions (Tez no 489408)*. [Ph.D. Middle East Technical University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Biology]. National Thesis Center of the Council of Higher Education.
- Aytac, Z., & Ekici, M. (2012). *Astragalus*. In: Güner, A. et al. (eds), *list of plants of Turkey (Veined plants)*. Nezahat Gökyiğit Botanical Garden and Flora Publication, İstanbul, TR: Ed. Güner A. 427-456 pp.
- Baldwin, B. G. (1992). Phylogenetic utility of the internal transcribed spacers of nuclear ribosomal DNA in plants: an example from the Compositae. *Molecular phylogenetics and evolution*, 1(1), 3-16. [https://doi.org/10.1016/1055-7903\(92\)90030](https://doi.org/10.1016/1055-7903(92)90030).
- Baldwin, B. G., Sanderson, M. J., Porter, J. M., Wojciechowski, M. F., Campbell, C. S., & Donoghue, M. J. (1995). Its region of nuclear ribosomal DNA: A valuable source of evidence on angiosperm phylogeny. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 82 (2), 247-277. <https://doi.org/10.2307/2399880>.
- Başbağ, M., Kavak, B., Firat, M., Çaçan, E., & Sayar, M. S. (2018). Endemic *Astragalus* taxa found in flora of Turkey. International Congress on Agriculture and Animal Sciences (ICAGAS 2018). November 2018, Alanya, Turkey. Proceeding Book: 685-694p.
- Chamberlain, D. F., & Mathews, M. A. (1970). *Astragalus (Flora of Turkey and the East Aegean Islands)* (Vol.3). Edinburgh University Press, Edinburgh. Davis P. H. (ed.). 60-69 pp.
- Chastain, M. & Tinoco J, I. (1991). Structural elements in RNA. *Progress in nucleic acid research and molecular biology*, 41, 131-177. [https://doi.org/10.1016/S0079-6603\(08\)60008-2](https://doi.org/10.1016/S0079-6603(08)60008-2)
- Duran, A., & Aytac, Z. (2005). *Astragalus nezaketiae* (Fabaceae), a new species from Turkey. In *Annales Botanici Fennici*, 42(5), 381-385.
- Davis, P. H., Mill, R. R., & Tan, K. (eds.) (1988). *Astragalus L. (Flora of Turkey and the East Aegean Islands)* (Suppl. 1, Vol. 10). Edinburgh, UK: Edinburgh University Press, 114-124.
- Kress, W. J., Wurdack, K. J., Zimmer, E. A., Weigt, L. A., & Janzen, D. H. (2005). Use of DNA barcodes to identify flowering plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(23), 8369-8374.
- Kress, W. J. (2017). Plant DNA barcodes: Applications today and in the future. *Journal of systematics and evolution*, 55(4), 291-307.
- Osaloo, S. K., Maassoumi, A. A. & Murakami, N. (2003). Molecular systematics of the genus *Astragalus* L. (Fabaceae): phylogenetic analyses of nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacers and chloroplast gene *ndhF* sequences. *Plant Systematics and Evolution*, 242(1), 1-32. <https://doi.org/10.1007/s00606-003-0014-1>.
- Pahlevani, A. H., Maassoumi, A. A., & Osaloo, S. K. (2020). What is "*Astragalus wiesneri*"? Disentangling a new species from its relatives in the section "Anthylloidei". In *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 77(2), 6. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2573>.

- Petrov, A. S., Bernier, C. R., Gulen, B., Waterbury, C. C., Hershkovits, E., Hsiao, C., Harvey, S. C., Hud, N. V., Fox, G. E., Wartell, R. M., & Williams, L. D. (2014). Secondary structures of rRNAs from all three domains of life. *PLoS One*, *9*(2), e88222. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088222>.
- Podlech, D. (1986). Taxonomic and phytogeographical problems in *Astragalus* of the Old World and South-West Asia. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences*, *89*, 37-43. <https://doi.org/10.1017/S0269727000008885>.
- Podlech, D. (1999). Papilionaceae III, *Astragalus* I. In: Rechinger, K. H. (ed.) *Flora Iranica*, (Vol. 174). Graz, Austria: Akademische Druck-u. Verlagsanstalt.
- Podlech, D., & Zarre, S. (2013). [With the collaboration of Ekici, M., Maassoumi, A. A., & Sytin, A.] *A taxonomic revision of the genus Astragalus L. (Leguminosae) in the Old World*. (Vols. 1-3). Naturhistorisches Museum Wien, 2439 pp.
- Roofigar, A. A., & Maassoumi, A. A. (2020). A new species of *Astragalus* section Dissitiflori (Fabaceae) from Iran; evidence from morphological and molecular data. *Iranian Journal of Botany*, *26*(1), 6-15.
- Sambrook, J., Fritsch, E. F., & Maniatis, T. (1989). *Molecular Cloning: A laboratory manual*. Cold spring harbor laboratory press, New York, 34 pp.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S. J. W. T., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR protocols: a guide to methods and applications*, *18*(1), 315-322. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1>.
- Yokoyama, J., Suzuki, M., Iwatsuki, K. & Hasebe, M. (2000). Molecular phylogeny of Coriaria, with special emphasis on the disjunct distribution. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *14* (1), 11-19. <https://doi.org/10.1006/mpev.1999.0672>.
- Zhang, D., & Jiang, B. (2020). Species identification in complex groups of medicinal plants based on DNA barcoding: a case study on *Astragalus* spp. (Fabaceae) from southwest China. *Conservation Genetics Resources*, *12*, 469-478.

Bitki Uçucu Yağların Gri Küf Hastalığı Etmeni *Botrytis cinerea*'nın Misel Gelişimi, Konidi Çimlenmesi ve Hif Morfolojisi Üzerine Antifungal Etkileri

Fatih KÖSE¹, Emine Mine SOYLU²

¹Konya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Meram, Konya, TÜRKİYE, ²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antakya, Hatay, TÜRKİYE.

¹<https://orcid.org/0000-0003-3739-5248>, ²<https://orcid.org/0000-0001-5961-0848>

✉: msoylu@mku.edu.tr

ÖZET

Gri küf hastalığına neden olan *Botrytis cinerea* aralarında turunçgil meyvelerinde bulunduğu oldukça geniş konukçu dizisine sahip fungal bir hastalık etmenidir. Bu çalışmada farklı kekik türleri (*Origanum onites* L., *Origanum syriacum* Holm., *Thymbra spicata* L.) ve rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *Botrytis cinerea*'nın misel gelişimi, spor çimlenmesi ve hiflerinin morfolojik yapısı üzerine buhar fazında antifungal etkinlikleri *in vitro* koşullarda araştırılmıştır. Uçucu yağlar arasında en yüksek antifungal etkinlik (% 100 engelleme) *O. onites* ve *O. syriacum* uçucu yağlarının 10 µg ml⁻¹ dozunda tespit edilmiş olup, bu uygulamaları 40 µg ml⁻¹ dozunda *T. spicata* ile nispeten daha yüksek dozda (120 µg ml⁻¹) kullanılan *F. vulgare* uçucu yağları takip etmiştir. Uçucu yağların misel gelişimini tamamen engelleyen dozlardaki etkinliğinin fungisidal özellikte olduğu belirlenmiştir. Test edilen uçucu yağların tamamı 10 µg ml⁻¹ dozda fungus konidilerin çimlenmesini tamamen engellemiştir. Yapılan taramalı ve ışık mikroskop çalışmalarında uçucu yağların minimum engelleme dozlarında fungus misel ve konidileri üzerinde vesikülleşme, sitoplazmalarında pıhtılaşma, hiflerde erime gibi ciddi bozulmalara neden olduğu gözlenmiştir. Mikroskop gözlem sonuçları uçucu yağlar tarafından gösterilen antifungal etkinliğin fungus misel ve konidilerinde neden olunan morfolojik bozulmalardan kaynaklandığını göstermiştir. Elde edilen sonuçlar özellikle kekik türlerine ait uçucu yağların depolanmış ürünlerde sorun olan fungal hastalıklarla mücadelede kimyasallara alternatif çevre dostu biyofungisit olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Fitopatoloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 20.12.2022

Kabul Tarihi : 30.01.2023

Anahtar Kelimeler

Uçucu yağlar
Antifungal etkinlik
Turunçgil
Botrytis cinerea
Buhar fazı

Antifungal Effects of Essential Oils on Mycelial Growth, Conidia Germination and Morphology of Hyphae of Gray Mold Disease Agent *Botrytis cinerea*

ABSTRACT

Botrytis cinerea, which causes gray mold disease, is a fungal disease agent with a wide host range, including citrus fruits. In this study, antifungal effects of plant essential oils obtained from different thyme species (*Origanum onites* L., *Origanum syriacum* Holm., *Thymbra spicata* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in vapor phase were investigated on mycelial growth, conidia germination and morphology of hyphae of *B. cinerea* *in vitro* conditions. Among the essential oils, the highest antifungal activity (100% inhibition) was detected at the dose of 10 µg mL⁻¹ of *O. onites* and *O. syriacum* essential oils, and these applications were followed by *T. spicata* at a dose of 40 µg mL⁻¹ and *F. vulgare* essential oil at a relatively higher dose (120 µg mL⁻¹) used. The effectiveness of essential oils at doses that completely inhibit mycelial growth were determined as fungicidal. All essential oils tested completely inhibited the germination of fungal conidia at the dose of 10 µg mL⁻¹. In scanning and light microscopy studies, it has been observed that essential oils cause serious deteriorations such as vesiculation, cytoplasmic coagulation and lysis on fungal mycelium and conidia at minimum inhibition concentrations determined. Microscope observation results

Plant Pathology

Research Article

Article History

Received : 20.12.2022

Accepted : 30.01.2023

Keywords

Essential oils
Antifungal activity
Citrus
Botrytis cinerea
Volatile phase

showed that the antifungal activities were due to the morphological deteriorations caused by the essential oils on the fungal hyphae and conidia. Overall results showed that essential oils of thyme species have the potential to be used as environmental friendly biofungicide alternative to chemicals against fungal diseases in stored products.

- Atf Şekli:** Köse, F., & Soylu, E.M., (2023). Bitki Uçucu Yağların Gri Küf Hastalığı Etmeni *Botrytis cinerea*'nın Misel Gelişimi, Konidi Çimlenmesi ve Hif Morfolojisi Üzerine Antifungal Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (4), 815-826. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1221681>
- To Cite :** Köse, F., & Soylu, E.M., (2023). Antifungal Effects of Essential Oils on Mycelial Growth, Conidia Germination and Morphology of Hyphae of Gray Mold Disease Agent *Botrytis cinerea*. *KSU J. Agric Nat* 26 (4), 815-826. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1221681>

GİRİŞ

Dünya genelinde 100 den fazla ülkede yetiştirilen turunçgiller en fazla üretimin yapıldığı meyve türlerinin başında gelir. Turunçgiller portakal, mandarin, grefurt, misket limonu ve limon gibi çeşitli türlerden oluşur (Ismail & Zhang, 2004). Narenciye tarımının uluslararası ekonomideki etkisi çok büyük olup, hasat, taşıma, nakliye ve depolama gibi üretim döngüsünde yer alan birçok sektöre katkısı oldukça fazladır. Dünya Gıda ve Tarım Örgütü FAO'nun 2020 yılı üretim verilerine göre dünya turunçgil üretiminde ilk sırada 37.7 milyon ton ile Çin yer alırken, bu ülkeyi sırasıyla 19.5 milyon ton ile Brezilya, 12.5 milyon ton ile Hindistan, 7.9 milyon ton ile Meksika, 7.2 milyon ton ile A.B.D, 5.9 milyon ton ile İspanya takip etmiştir. Türkiye turunçgil üretiminde 4.2 milyon ton üretim miktarı ile dünya genelinde yedinci sırada yer almıştır (Anonymous, 2020). Türkiye genelinde 2021 yılında turunçgil üretimi 5.3 milyon ton olup, bu üretimin yaklaşık 4 milyon tonu Akdeniz Bölgesi'nde gerçekleşmiştir (Anonim, 2021).

Yaş meyve ve sebzeler bol miktarda su ve besin maddesi içerdiklerinden dolayı fungus ve bakteri kökenli patojenlerin saldırılarına sık sık maruz kalırlar. Enfekteli ürünlerde etilen sentezi, solunum ve ısı üretimindeki artış olgunlaşmayı hızlandırdığı için ürünün direnci azalır ve ürünlerin sekonder enfeksiyonlara karşı duyarlılığını artırır (Benli, 2003). Hasat sonrası ortaya çıkan fungal ve bakteriyel kökenli hastalıklar taze meyvelerin, depo ömrünü azaltan başlıca sorunlardan biridir (Prusky, 2011). Hasatsonu fungal hastalık etmenleri paketlenen evlerinde, depolarda ve taşıma aşamalarında Türkiye'nin önemli ihraç ürünlerinden biri olan turunçgil meyvelerinde çürümelere neden olmak suretiyle oldukça ciddi ürün kayıplarına neden olurlar. Söz konusu hastalık etmenleri bu tür ürünlerde ortaya çıktıklarında % 30'lara varan miktarlarda ekonomik zararlara neden olurken, hastalığın gelişimi için uygun iklim koşullarında yoğun olarak ortaya çıktığı durumlarda bu kayıpların %50'leri aştığı bildirilmiştir (Kaplan & Dave, 1979; Salunkhe & Desai, 1984; Wilson & Pusey, 1985; Açar, 1987; Cohen, 1989; Wilson ve ark., 1994).

Botrytis cinerea, *Penicillium* spp., *Alternaria* spp.,

Geotrichum spp., *Mucor* spp., *Rhizopus* spp., *Stemphylium* spp., *Aspergillus* spp., ve *Cladosporium* spp. ait fungal türler meyve ve sebzelerin depolanmaları sırasında önemli zararlara sebep olan türlerin başında gelir. Söz konusu etmenlerden bazıları sanitasyon kurallarının uygulanmadığı depolarda ve paketlenen evlerinde hasat edilmiş sebze ve meyvelerde çürümelerin yanı sıra ürünlerde mikotoksin birikimine neden olurlar (Maldonado ve ark., 2009; Saito ve ark., 2016; Saito & Xiao, 2017a,b; Atay & Soylu, 2022; Jayasekara ve ark., 2022; Uysal ve ark., 2022). Farklı meyve ve sebze türlerini kapsayan oldukça geniş konukçu dizilimine sahip olan hastalık etmeni uygun çevre ortamlarında turunçgil meyvelerinde primer enfeksiyona neden olduğu gibi, sekonder enfeksiyon kaynağı olarak ürün kayıplarına neden olabilmektedir (Rosslénbroich & Stuebler, 2000). Meyve paketlenen evlerinde yapılan rutin sürvey çalışmalarında hastalık etmenin turunçgil meyvelerinde öne çıkan ilk altı hastalık etmenleri arasında yer aldığı bildirilmiştir (Saito & Xiao, 2017b). Diğer turunçgil çeşitlerine göre depolanmış limon ve mandarin meyveleri genellikle daha duyarlıdır (Anonymous, 2022). Turunçgil meyvelerinin kabuklarında yumuşak çürümelere başlayan belirtiler daha sonra kahverengileştikten sonra ilerleyen dönemlerde siyahlaşarak nekrotik bir hal alır. Kararmış dokular üzerinde kurşuni renkte yoğun sporulasyon ve misel gelişimi şeklinde hastalık etmenine özgü belirtiler ortaya çıkar.

Hasat sonu hastalık etmenleri uygun olmayan depolanma koşullarında konukçuları üzerinde hızla gelişerek spor oluştururlar. Ürünler üzerinde ortaya çıkan yoğun sporulasyon patojenin buldukları ortamda hızlı yayılmasına neden olurken, üreticileri hastalıkla mücadele kapsamında kimyasal fungusitleri uygulamaya yönlendirir. Depolanmış ürün hastalıkları ile mücadelede bilinçsiz şekilde ve yoğun olarak kullanılan fungusit uygulamaları ürün üzerinde kalıntıya neden olduğu gibi, çevredeki faydalı organizmalara ve insan sağlığına ciddi zararlara neden olurlar. Yüksek dozda ve sıklıkta fungusit uygulamaları hasat sonu hastalık etmeni türlerde fungusitlere dayanıklı yeni ırk/izolatların ortaya çıkmasına neden olur (Pappas, 1982). Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi, Türkiye'de fungusitlere karşı

patojenlerde dayanıklılık gelişiminin belirlenmesi üzerine yapılmış araştırmalarda yeşil küf hastalık etmeni *P. digitatum*'un yaygın kullanılan fungusitlerden thiabendazole, benomyl ve imazalil'e karşı dayanıklı izolatlarının ortaya çıktığı bildirilmiştir (Wild & Eckert, 1982; Kelly & Austin, 1985; Dave & ark., 1990; Stange & Eckert, 1994; Delen & Tosun, 1995; Özbek & Delen, 1995; Toker & Biçici, 1996). Turunçgil meyvelerin yanı sıra *B. cinerea* izolatlarının farklı konukçularda kullanılan benomyl, azoxystrobin, dicarboximidlere, thiabendazole, pyrimethanile ve procymidone etki maddeli fungusitlere karşı dayanıklı izolat/ırklara sahip olduğu bildirilmiştir (Dianez ve ark., 2002; Myresiotis ve ark., 2007; Saito & Xiao, 2018).

Kimyasal pestisitlerin insan sağlığına, doğal çevreye ve faydalı mikroorganizmalar üzerine olan olumsuzlukları araştırmacıları depolanmış ürünlerde hasat sonrası görülen hastalıklarla kimyasal mücadeleye alternatif yeni, doğal çevre dostu mücadele yöntemlerini araştırmaya zorlamıştır. Bilim insanları, bu kapsamda çevreye ve insan sağlığına dost, kalıntı problemi oluşturmayan, antimikrobiyal etkinliğe sahip tıbbi ve aromatik bitki uçucu yağ ve ekstraktlarının hastalıklarla mücadelede kullanım olanaklarını araştıran çalışmalara yönelmişlerdir (Abbey ve ark., 2019; Bazioli ve ark., 2019; Atay & Soylu, 2023). Yapılan literatür çalışmalarında lavanta, biberiye, origanum, karanfil, hardal, nane, limon otu, portakal ve limon gibi farklı türlere ait bitki uçucu yağların farklı sebze ve meyvelerde hasat sonrası gri küf hastalık etmenine karşı güçlü antifungal etkiye sahip olduğu bildirilmiş olup (Bouchra ve ark., 2003; Soylu ve ark., 2010; Aguilar-González ve ark., 2015; Mbili ve ark., 2017; de Oliveira Filho ve ark., 2021; Jafarzadeh ve ark., 2021; Amiri ve ark., 2022) turunçgil meyvelerinde hasat sonrası sorun olan hastalık etmeni *B. cinerea*'ya karşı yapılmış her hangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada Hatay ilinde doğal olarak yetişen bazı kekik türlerinin (ak kekik, *Origanum onites* L.; Suriye kekiği, *Origanum syriacum* Holm.; karabaş kekik *Thymbra spicata* L.) yaprakları ile rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) tohumlarından buhar distilasyon yöntemi ile elde edilmiş bitki uçucu yağlarının depolanmış turunçgil meyvelerinden izole edilmiş *Botrytis cinerea*'nın misel gelişimi ve spor çimlenmelerinin engellenmesi üzerine uçucu fazda antifungal etkinlikleri *in vitro* koşullarda araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Fungal Hastalık Etmeninin, İzolasyon ve Tanınması
Çalışmada kullanılan *Botrytis cinerea* izolatı Hatay ili Erzin ilçesinde yer alan paketlenme evlerindeki tipik hastalık belirtileri gösteren limon meyvelerinden izole edilmiştir (Şekil 1). Hastalık etmeni ışık mikroskopu

altında önceden bildirilen morfolojik özelliklerine göre tanımlanmıştır. *In vitro* etkinlik çalışmalarında kullanılan patojenin tek spordan elde edilmiş saf izolatı (*B. cinerea* MKUBc11) Patates Sukroz Agar (PDA, Merck, Damstradt, Germany) besi yerinde 4 °C muhafaza edilmiştir. İzolatın patojenitesi sağlıklı limon meyvesi üzerine inoküle edilerek doğrulanmıştır.



Şekil 1. *Botrytis cinerea* MKUBc11 izolatının depo koşullarında limon meyvesinde oluşturduğu hastalık belirtileri.

Figure 1. Disease symptoms caused by the *Botrytis cinerea* MKUBc11 isolate on lemon fruit in storage conditions.

Bitki Materyali ve Uçucu Yağların Elde Edilmesi

Çalışmada kullanılan bitki türleri (Çizelge 1) Hatay iline ait farklı ilçelerde doğal olarak yetişen popülasyonlardan toplanmıştır. Uçucu yağlar *Origanum onites*, *Thymbra spicata* ve *Origanum syriacum* bitkilerinin yapraklarından (Şekil 2A,B,C), *Foeniculum vulgare* bitkisinin ise tohumlarından (Şekil 2D) Clevenger tipi alet ile 3 saatlik buhar distilasyonu ile elde edilmiştir (Soylu ve ark., 2010). Tüm bitki materyalleri morfolojik özelliklerine göre Prof. Dr. İlhan Üremiş (Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay) tarafından doğrulanmıştır. Çalışmalarda kullanılan uçucu yağlar anhydrous sodium sulphate içeren koyu renkli vida kapaklı cam şişelerde +4°C' de muhafaza edilmiştir. Çalışmalarda kullanılan her bitki türüne ait herbaryum örnekleri Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Sağlığı Kliniği Herbaryum Merkezinde (MKUBİSAKTsp21, MKUBİSAKOon07, MKUBİSAKOsy11, MKUBİSAKFv2) muhafaza edilmiştir.

Bitki Uçucu Yağlarının Buhar Fazında Misel Gelişimi Üzerine Etkinliğinin Belirlenmesi

Uçucu yağların buhar fazında misel gelişiminin engellenmesi üzerine etkinliği Patates Dekstroz Agar

(PDA) besi yeri içeren steril petri kaplarında (9 cm çapında) belirlenmiştir (Kara ve ark., 2020). İlk olarak fungus izolatının 5 günlük kültüründen alınan misel diskleri (10 mm) PDA ile temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Aktarılan petrilerin kapaklarının iç yüzeylerine uçucu yağların 0-120 µg/ml konsantrasyonları damlatılmıştır. Petri kapakların etrafı parafilm ile sarıldıktan sonra inkübatörlere (22° C'de) yerleştirilmiştir. Kontrol olarak Petri kapaklarına steril saf su damlatılmıştır. Kontrol olarak kullanılan petrilerde fungus misellerinin tamamen petri yüzeyini kaplaması ile tüm dozlarda koloni gelişim çapları ölçülmüştür. Her konsantrasyon için 3 petri kabı kullanılmıştır. Ortalama misel gelişim değerleri elde edildikten sonra misel gelişiminin engellenme yüzdesi Abbot formülü [MGI (%) = ((dc-dt)/dc) x 100, dc ve dt, sırasıyla kontrol ve uygulama

yapılmış Petri kaplarındaki misel büyüme çapını temsil eder] kullanılarak kontrol petrilerdeki misel çaplarına kıyaslanmak suretiyle hesaplanmıştır. Çalışmalar iki farklı zamanda tekrarlanmıştır.

Uçucu yağların minimum engellenme dozunun (MIC) buhar fazında misel gelişiminin engellenmesi üzerine fungisidal/fungistatik özelliği daha önceden bildirilen yöntemlere göre belirlenmiştir (Soylu ve ark., 2010). Misel gelişiminin tamamen engellendiği petrilerin kapaklar steril yeni petri kapaklarıyla değiştirilip 5 gün süreyle tekrar inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda misel gelişiminin görülmediği petrilerde uçucu yağın MIC değerinin fungisidal olduğu, misel gelişiminin yeniden başladığı MIC değerlerinin ise fungistatik olduğuna karar verilmiştir (Atay & Soylu, 2023).

Çizelge 1. Çalışmada uçucu yağları kullanılan bitkiler
Table 1. Plants containing volatile oils used in this study

Yöresel Adı	Bilimsel Adı	Familiya	Toplandığı Yer
Ak kekik	<i>Origanum onites</i> L.	Lamiaceae	Yayladağ/Hatay
Suriye kekiği	<i>Origanum syriacum</i> Holm.	Lamiaceae	Samandağ/Hatay
Karabaş kekik	<i>Thymbra spicata</i> L.	Lamiaceae	Arsuz / Hatay
Rezene	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Umbelliferae	Aktar



Şekil 2. Çalışmalarda uçucu yağları kullanılan bitkiler. Doğal ortamlarda yetişen (A) Ak kekik (*Origanum onites*), (B) Suriye kekiği (*Origanum syriacum*), (C) Karabaş kekik (*Thymbra spicata*) bitkileri ve (D) Rezene (*Foeniculum vulgare*) tohumları.

Figure 2. Plants with volatile oils used in the studies. (A) white thyme (*Origanum onites*), (B) Syrian thyme (*Origanum syriacum*), (C) Karabas thyme (*Thymbra spicata*) plants and (D) fennel (*Foeniculum vulgare*) seeds, grown in natural environments.

Konidi Çimlenmesi Üzerine Bitki Uçucu Yağlarının Buhar Etkilerinin Belirlenmesi

Uçucu yağların buhar fazında *B. cinerea* konidilerinin çimlenmesi üzerine antifungal etkileri PDA besi ortamı içeren 9 cm çapındaki steril petri kaplarında belirlenmiştir (Soylu ve ark., 2010). Ortam katılaştıktan sonra *B. cinerea*'nin 5 günlük kültüründen hazırlanan konidi süspansiyonu 10^4 spor ml^{-1} konsantrasyonuna ayarlandıktan sonra PDA içeren petri kaplarının yüzeylerine yayılmıştır. Farklı uçucu yağ konsantrasyonları petri kapağına damlatıldıktan sonra petri kapakları parafilm ile sarılarak inkübatörlere (22 °C'de) yerleştirilmiştir. Kontrol olarak petri kapaklarına uçucu yağ yerine steril distile su damlatılmıştır. Konidilerin çimlenme değerlendirmeleri uçucu yağın petrilere eklenmesinden 18 saat sonra Işık Mikroskobu (Olympus BX51, Tokyo, Japonya) altında yapılmıştır. Uygulamalardaki konidilerin çimlenme borusu uzunluğunun konidi çapını aşması durumunda konidiler çimlenmiş (canlı) olarak kabul edilmiştir. Konidilerin çimlenme yüzdesi (her uygulama dozu üç tekrerrür olarak, her uygulamada minimum 100 spor sayılmıştır) kayıt edilmiştir. Konidi çimlenmesinin engellenme yüzdesi Abbot formülü $[KGI (\%) = ((KGc - KGt)/KGc) \times 100]$, KGc ve KGt, sırasıyla kontrol ve uçucu yağ uygulaması yapılmış Petrilere çimlenen konidi sayısını temsil eder] kullanılarak kontrol Petrileredeki konidi çimlenme sayılarına kıyaslanmak suretiyle hesaplanmıştır (Soylu ve ark., 2010). Çimlenmenin tamamen engellendiği petrilere kapakları misel etkinlik çalışmalarında bildirildiği gibi yeni steril petri kapaklarıyla değiştirilmek suretiyle konidi çimlenmesini engelleyen MIC değerlerinin fungisidal/fungistatik etkinliği belirlenmiştir. Çimlenmenin gözlenmediği petrilere uçucu yağların konidi ve hifler üzerinde neden olduğu morfolojik değişiklikler Nomarski DIC ataçmanlı ışık mikroskobu (Olympus BX51, Tokyo, Japonya) kullanılarak incelenmiştir. Çalışmalar iki farklı zamanda tekrarlanmıştır.

Bitki Uçucu Yağlarının Fungus Hifleri Üzerinde Neden Olduğu Morfolojik Değişime Etkisinin Belirlenmesi

Uçucu yağların buhar fazında konidi ve hif morfolojisi üzerinde antifungal etkisinin belirlenmesi için, 5 günlük fungus kültüründen hazırlanan spor süspansiyonunun konsantrasyonu 10^3 spor ml^{-1} ayarlanıp ince tabaka halinde PDA içeren (10 ml petri¹) petri kaplarına yayıldıktan sonra 22°C'de 2-3 gün ön inkübasyona bırakılmıştır. Ön inkübasyonun ardından petri kapaklarının iç yüzeyine *in vitro* çalışmalarda minimum engellemeyi sağlayan uçucu yağ konsantrasyonları (MIC) damlatılmış ve tüm petrilere parafilmle kapatıldıktan sonra 22°C'de 3 gün

inkübasyona bırakılmıştır. Çimlenmiş sporları ve hifleri içeren agar bloklarının (3-4 cm²) ince katmanları (1 mm) ışık mikroskobu ile incelenmek üzere birer gün arayla preparatları %50 gliserol içerisinde hazırlanmış ve Nomarski-DIC ataçmanlı ışık mikroskobu (Olympus BX51, Tokyo, Japonya) kullanılarak incelenmiştir (Soylu ve ark., 2010).

Uçucu yağların fungus hiflerinin morfolojisi üzerindeki uçucu faz etkisinin taramalı elektron mikroskobu altında belirlenmesi için, 7 günlük fungus kültüründen misel içeren PDA diski ilk olarak petri kabının merkezine yerleştirildikten sonra 22°C'de 2 gün ön inkübasyona bırakılmıştır. Ön inkübasyonun ardından, *in vitro* çalışmalarda minimum engellemeyi sağlayan uçucu yağ konsantrasyonları (MIC) petri kapaklarının iç yüzeylerine damlatılmış ve tüm petrilere parafilmle kapatıldıktan sonra 22°C'de 3 gün inkübasyona bırakılmıştır. Misel içeren Agar diskleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) gözlemleri için önce % 2.5' lik glüteraldehit içinde 2 saat süre ile fiksasyona tabi tutulduktan sonra seri sulandırılmış etanol (%70, 80, 90, 100) içerisinde her birinde 30 dak. aralıklarla bekletilmek suretiyle dehidrasyona bırakılmıştır. Dehidrasyon görmüş Agar disk örnekleri daha sonra kritik nokta kurutucusu (Polaron CPD 7501, UK) ile kurutulmuştur. Kurutulan Agar diskleri çift taraflı karbon yapıştırıcılı bantlar ile örnek tablası (stab) üzerine yerleştirildikten sonra Sputter Coater'da (Polaron SC7620, UK) altın/palladium ile 9 mA akımda 150 saniye tutulmak suretiyle kaplanmıştır. Uygulama görmüş Agar diskleri JEOL JSM 5500 SEM altında 5 kV akımda incelenmiştir (Soylu ve ark., 2010).

Deneme Deseni ve İstatistik Analizler

Uçucu yağların misel gelişimi ve konidi çimlenmesi üzerine etkinliklerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Misel gelişimi üzerine etkinlik çalışmasında her konsantrasyon 3 Petri kabında, konidi çimlenmesi denemesinde her konsantrasyon 3 tekrerrür, her tekrerrür için 100 spor sayılarak belirlenmiştir. Tüm denemeler 2 kez tekrar edilmiştir. Uygulamaların misel gelişimi ve spor çimlenmesi üzerine olan etkinlikleri SPSS Statistics 17.0 programı (SPSS Inc.) kullanılarak tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabii tutulmuş, uygulamalar arasındaki farklılıklar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($p \leq 0.05$) ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmalarda kullanılan *O. onites*, *O. syriacum*, *T. spicata* ve *F. vulgare* gibi farklı bitki türlerine ait uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının *B. cinerea*'nin misel gelişimi üzerine buhar fazındaki antifungal etkinlikleri Şekil 3 de gösterilmiş olup,

misel gelişimini % engelleme oranları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'de sunulan sonuçlara göre *B. cinerea*'nın misel gelişiminin engellenmesi üzerine en yüksek antifungal etkinlik *O. onites* (ak kekik) ve *O. syriacum* (Suriye kekiği) bitki uçucu yağları tarafından gösterilmiş olup, bu uygulamaları *T. spicata* (karabaş kekiği) ve nispeten yüksek konsantrasyonun

kullanıldığı *F. vulgare* (rezene) bitkilerinden elde edilen uçucu yağlar izlemiştir. *B. cinerea*'nın misel gelişimini tamamen durduran minimum engelleme konsantrasyonları (MIC) *O. onites* ve *O. syriacum* uçucu yağı için 10 µg/ml olarak belirlenirken, *T. spicata* uçucu yağı için MIC'nun 40 µg/ml, *F. vulgare* uçucu yağı için ise MIC'nun 120 µg/ml olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2 *B. cinerea*'nın misel gelişiminin engellenmesi (%) üzerine uçucu yağların buhar fazında antifungal etkileri

Table 2 Antifungal effects of essential oils in the vapor phase on inhibition of mycelial growth (%) of *B. cinerea*

Dozlar (µg ml ⁻¹)	Uçucu Yağlar ve misel gelişiminin % engellenme oranları*			
	Ak kekik <i>O. onites</i>	Suriye kekiği <i>O. syriacum</i>	Karabaş kekiği <i>T. spicata</i>	Rezene <i>F. vulgare</i>
0.0	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
10.0	100.0 ^b	100.0 ^b	0.0 ^a	0.0 ^a
20.0	nt	nt	5.5 ^b	0.0 ^a
40.0	nt	nt	100.0 ^c	32.0 ^b
80.0	nt	nt	nt	62.0 ^c
120.0	nt	nt	nt	100.0 ^d

nt: bu dozlarda denenmemiştir.

*: Sütun içerisinde verilen ortalama değerlerin yanındaki farklı harfler uygulamalar arasındaki farkın Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir ($p \leq 0.05$).

Uçucu yağların MIC değerlerine maruz kalmış misel gelişiminin tamamen engellendiği petrilerin kapakları yenileri ile değiştirilip tekrar inkübasyona bırakıldığında petrilerin hiç birinde misel gelişiminin gözlenmediği tespit edilmiştir. Bu gözlem sonuçlarına göre uçucu yağların misel gelişimini tamamen durduran MIC değerlerinin fungisidal özellikte olduğunu göstermiştir.

B. cinerea'nın spor çimlenmesinin engellenmesi üzerine bitki uçucu yağlarının buhar fazındaki etkilerinin belirlendiği çalışmalardan elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ak kekik, Suriye kekiği, karabaş kekiği ve rezene uçucu yağlarının *B. cinerea* sporlarını 10 µg/ml konsantrasyonunda tamamen engellediği belirlenmiştir.

Bitki uçucu yağlarının sahip oldukları farklı bileşiklerinin bitki patojeni fungal hastalıklara karşı antifungal etkinliğe sahip olduğu çok geçmiş yıllardan beri bilinmektedir (Isman, 2000; Burt, 2004). Bazı

bitki uçucu yağların fungusitlere dayanıklı bitki patojenlere karşı oldukça etkili olduğu yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarla ortaya konulmuştur (Vaughn & Spencer 1994; Kara ve ark., 2022a). Turunçgillerde hasat sonrası fungal hastalık etmenleri arasında uçucu yağların antifungal etkinliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların genelde yaygın fungal türlerden *P. digitatum*, *P. italicum*, ve *G. citri-aurantii*'ye karşı araştırılmıştır (Vitoratos ve ark., 2013; Bazioli ve ark., 2019).

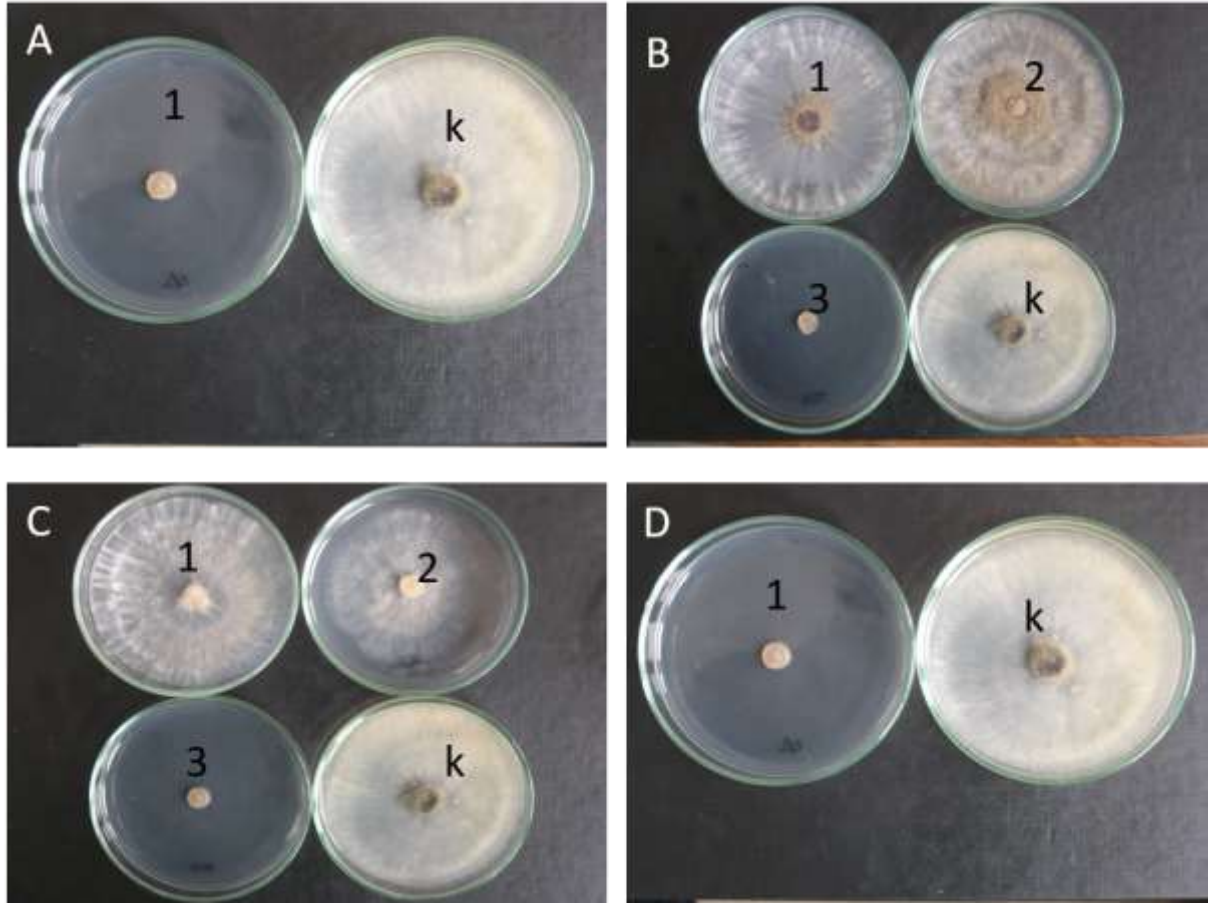
Çalışmalarda kullanılan *O. onites*, *T. spicata*, *O. syriacum* ve *F. vulgare* bitki uçucu yağlarının antifungal etkinlikleri farklı bitki patojeni fungal hastalık etmenlerine karşı bildirilmiş olup, rezene uçucu yağı dışında (Camele ve ark., 2010) kalan *O. onites*, *T. spicata*, *O. syriacum* uçucu yağlarının turunçgil meyvelerinde hasat sonrası hastalık etmeni *B. cinerea*'ya karşı antifungal etkinliklerinin belirlendiği bir başka çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çizelge 3. Farklı bitki uçucu yağların buhar fazında *B. cinerea*'nın spor çimlenmesinin engellenmesi üzerine antifungal etkisi (%)

Table 3. Antifungal effect of different plant essential oils on the inhibition of spore germination (%) of *B. cinerea* in the vapor phase

Dozlar (µg ml ⁻¹)	Uçucu Yağlar ve spor çimlenmesinin % engellenme oranları*			
	Ak kekik <i>O. onites</i>	Suriye kekiği <i>O. syriacum</i>	Karabaş kekiği <i>T. spicata</i>	Rezene <i>F. vulgare</i>
0.0	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
10.0	100.0 ^b	100.0 ^b	100.0 ^a	100.0 ^a

*: Sütun içerisinde verilen ortalama değerlerin yanındaki farklı harfler uygulamalar arasındaki farkın Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir ($p \leq 0.05$).



Şekil 3. Uçucu yağların *B.cinerea*'nın misel gelişimi üzerine buhar etkileri. (A) Ak kekik (*O. onites*) uçucu yağının 10 µg/ml konsantrasyonda (B) Karabaş kekik (*T. spicata*) uçucu yağının 40 µg/ml konsantrasyonda (C) Rezene (*F. vulgare*) uçucu yağının 120 µg/ml konsantrasyonda (D) Suriye kekiği (*O. syriacum*) uçucu yağının 10 µg/ml konsantrasyonda *B. cinerea*'ya karşı buhar fazındaki antifungal etkinlikleri. **k**, Kontrol petriyi gösterir.

Figure 3. Antifungal effects of essential oils on mycelial growth of *B.cinerea* in the vapor phase. Vapor phase antifungal activities of essential oils of (A) white thyme (*O. onites*) at 10 µg/ml concentration (B) thyme (*T. spicata*) at 40 µg/ml concentration (C) fennel (*F. vulgare*) at 120 µg/ml concentration (D) Syrian thyme (*O. syriacum*) at a concentration of 10 µg/ml. **k** indicates Control petri plate.

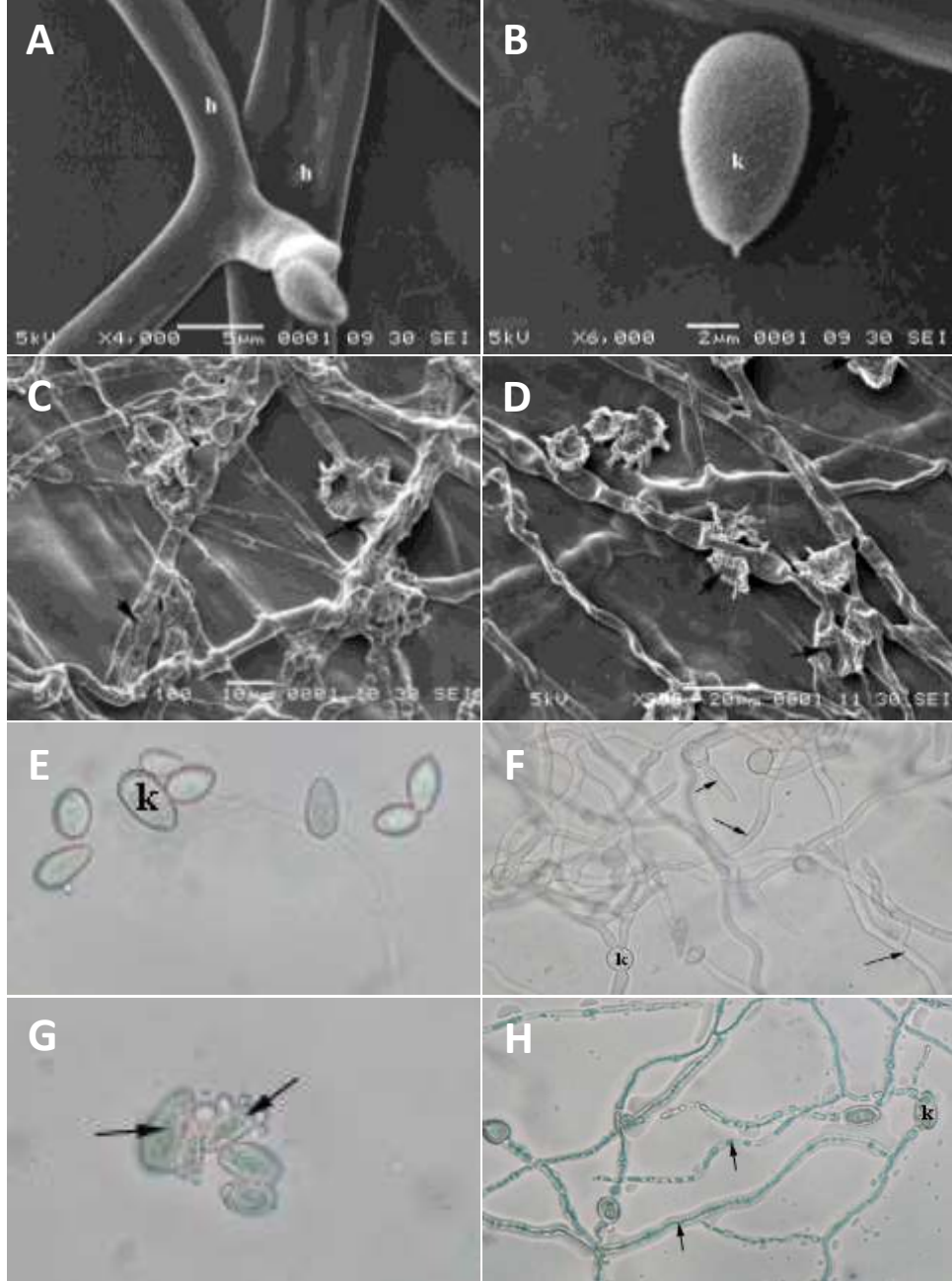
Camele ve ark. (2010) Akdeniz bölgesinde yetişen, Lamiaceae, Verbenaceae ve Apiaceae familyasına ait aralarında rezene bitkisinde bulunduğu uçucu yağları turuncgil meyvelerinde hasat sonrası meyve çürüklüğüne neden olan gri küf (*B. cinerea*), mavi küf (*Penicillium italicum*), kahverengi çürüklük (*Phytophthora citrophthora*) ve yaş çürüklük (*Rhizopus stolonifer*) hastalık etmenlerine karşı antifungal etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında, test edilen 12 farklı uçucu yağ içinden sadece *Verbena officinalis*, *O. vulgare* ve *Thymus vulgaris* uçucu yağlarının *in vitro* koşullarda fungistatik etkinlik gösterdiğini belirlemişlerdir. *In vivo* çalışmalarda ise *T. vulgaris* uçucu yağının 2.000 ppm dozunda *B. cinerea*, *P. citrophthora* ve *R. stolonifere* oldukça etkili olurken *P. italicum*'a karşı etkinlik göstermediğini bildirmişlerdir. Kara ve ark. (2022b) farklı *Origanum* spp. Elde edilen bitki uçucu yağların Trabzon hurması meyvelerinde hasatsonu hastalık etmeni *B. cinerea*'ya

karşı buhar fazında yüksek düzeylerde antifungal etkinliğe sahip olduğunu bildirmişlerdir. Test edilen uçucu yağlar arasında özellikle *O. syriacum*, *O. vulgare*, *O. onites* ve *O. minutiflorum*'dan elde edilen karvakrol ve timol açısından zengin uçucu yağlar tarafından sergilenen güçlü antifungal etkinliğin, hasat sonrası hastalık etmenlerine karşı biyo-fungisit olarak geliştirmek için uygun olabileceğini önermişlerdir.

Daha önceden yapılmış çalışmalarda kullanılan bitki uçucu yağlardan *O. syriacum*'un domatestte sorun gri küf hastalık etmeni *B. cinerea*'ya karşı yüksek düzeyde antifungal etkinliğe sahip olduğu bildirilmiştir (Soylu ve ark., 2010). Benzer şekilde *O. onites* (Altintas ve ark., 2013; Kahramanoğlu ve ark., 2022) ve *F. vulgare* (Hadian ve ark., 2008; Abdolahi ve ark., 2010; Yılmaz ve ark., 2016; Wodnicka ve ark., 2019) uçucu yağlarının değme ve buhar fazında farklı meyve ve sebzelerde sorun olarak bildirilen farklı

türlere ait depo hastalık etmenlerinin yanısıra *B. cinerea*'ya karşı değişen dozlarda antifungal etkinlik gösterdiği bildirilmiştir. Söz konusu çalışmalarda da elde edilen sonuçları destekler şekilde rezene uçucu

yağının *Thymus* spp., *Thymbra* spp, ve *Origanum* ssp. ait bitki uçucu yağlarına kıyasla *B. cinerea* karşı daha düşük düzeylerde antifungal etkinlik gösterdiği bildirilmiştir.



Şekil 4. *O. onites* uçucu yağının MIC değerinde *B. cinerea* konidi ve hifleri üzerinde neden olduğu morfolojik deformasyonların taramalı elektron (SEM) (A-D) ve ışık mikroskobu (E-H) altındaki görüntüleri. (A ve B), Kontrol petriyelerindeki sağlıklı *B. cinerea* hif ve konidisi. (C ve D) Uçucu yağ eklendikten 1 gün sonra, *B. cinerea* hiflerinde büzüşme ve erimeler şeklinde görülen (ok) yapısal bozukluklar. Benzer uygulamalar ışık mikroskobu altında incelendiğinde sağlıklı konidi ve hiflere (E ve F) kıyasla konidi (G) ve çimlenen konidilerden gelişen hiflerde (H) sitoplazmik koagülasyon (ok) şeklinde ortaya çıkan belirtiler. **h** = hif; **k** = konidi.

Figure 4. Morphological deformations caused by *O. onites* essential oil at MIC value on *B. cinerea* conidia and hyphae. under scanning electron (SEM) (A-D) and light (E-H) microscopes. (A and B) Appearance of healthy hyphae and conidia of *B. cinerea* in control plates. (C and D) Morphological deformations and lysis (arrow) on the hyphal surface 1 day after the addition of essential oil. Formations of cytoplasmic coagulation (arrow) in conidia (G) and hyphae developed from germinating conidia (H) compared to healthy conidia and hyphae (E and F) under the light microscope. **h** = hyphae; **k** = conidia

Bitki uçucu yağlarının fungal etmenin misel ve konidileri üzerinde sebep olduğu morfolojik deformasyonlar taramalı elektron (SEM) ve ışık mikroskopları altında incelenmiştir. Yapılan gözlemlerde *O. onites* uçucu yağının buhar fazında belirlenen MIC değerinde ($10 \mu\text{g ml}^{-1}$) *B. cinerea*'nın misel ve konidileri üzerinde ciddi morfolojik deformasyonlara sebep olmuştur. *O. onites* uçucu yağı ile muamele edilmiş petrillerdeki hifler ve konidilerin morfolojik yapıları (Şekil 4C,D,G,H) kontrol olarak kullanılan petrillerdeki sağlıklı konidi ve konidilerden gelişen hiflerin morfolojik yapıları (Şekil 4A,B,E,F) ile karşılaştırıldığında, fungus konidileri ve bu konidilerden gelişen hiflerinin yüzeyleri ve sitoplazmik içeriğinde pıhtılaşma (koagülasyon), büzüşmeler, hiflerde kısmi erimeler şeklinde karakterize edilmiş yapısal bozulmalar (Şekil 4 C,D,G,H) gözlenmiştir.

Uçucu yağların ana bileşenlerinin lipofilik özellikleri, uçucu yağın mikroorganizmaların plazma zarına nüfuz etmesine de yardımcı olur (Knobloch ve ark., 1989; Zambonelli ve ark., 1996; Szczerbanik ve ark., 2007). Çalışmalarda ışık ve elektron mikroskobu ile yapılan gözlem sonuçları, tıbbi özelliğe sahip bitki uçucu yağlarının fungal etmenlerin hiflerinde morfolojik değişikliklere neden olduğu önceki çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Çalışmalarda antifungal etkinlik gösteren bitkilerin yansıra farklı türlerinden elde edilen uçucu yağlarının farklı konukçu bitkilerde sorun olan *Penicillium digitatum* (Arras & Usai, 2001), *Sclerotinia sclerotiorum* (Soylu ve ark., 2007), *Phytophthora infestans* (Soylu ve ark., 2006) *B. cinerea* (Soylu ve ark., 2010), *Alternaria alternata* (Perina ve ark., 2015; Soylu & Köse, 2015), *Alternaria alternata* ve *Aspergillus niger* (Atay & Soylu, 2023) gibi hastalık etmenlerin hif ve konidilerinde şiddetli organel deformasyonları, hiflerde erimeler, sitoplazmik koagülasyon gibi benzer bozulmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Benzer etkinlikler *Thymus* spp. tarafından *Aspergillus niger* (Rasooli ve ark., 2006), kekik uçucu yağı tarafından *Geotrichum candida* (Liu ve ark., 2009) etmenlerinin miselleri üzerinde de kayıt edilmiştir. Kadife çiçeği uçucu yağının yüksek düzeyde antifungal etkinlik gösterdiği gri küf hastalık etmeni *Botrytis cinerea* ve yeşil küf hastalık etmeni *P. digitatum*'un hifleri üzerinde çok yönlü etki mekanizmaları kullanmak suretiyle ciddi morfolojik değişikliklere sebep olduğu elektron mikroskobu ile yapılan gözlemlerle ortaya konulmuştur (Romagnoli ve ark., 2005).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Elde edilen sonuçlar, farklı bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların hasat sonrası turunçgil meyvelerinde sorun olan gri küf hastalık etmeni *B. cinerea*'nın misel gelişimi ve konidi çimlenmesinin

engellenmesi üzerine antifungal etkinliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında özellikle *O. onites*, *O. syriacum* ve *T. spicata* gibi kekik türlerine ait uçucu yağların rezene uçucu yağına kıyasla daha yüksek antifungal etkinlik göstermiştir. Denemelerde kullanılan 4 farklı uçucu yağın en düşük engelleme dozlarında (MIC) gösterdiği antifungal etkinliğin fungisidal özellikte olduğu görülmüştür. En düşük engelleme dozlarında gözlenen fungisidal etkinliğin, bu dozlara maruz kalmış fungal etmenin hif ve konidileri üzerinde uçucu yağların ciddi morfolojik bozukluklara neden olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Çalışmalarda yüksek etkinliğe sahip olarak belirlenen kekik türlerine ait uçucu yağların teksele ve/veya karışım halinde preparatları yapılarak fumigant olarak *B. cinerea* gibi depolanmış ürünlerde sorun olan fungal hastalık etmenlerine karşı sentetik fungusitlere alternatif olabilecek çevre dostu doğal preparatlar olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu tür etkili uçucu yağların gelecekte üreticilerin pratik olarak kullanabileceği preparatlara dönüştürülme çalışmalarına katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, HMKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiş proje (06-M-0203) kapsamında gerçekleştirilmiştir.

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

- Abbey, J.A., Percival, D., Abbey, L., Asiedu, S.K., Prithiviraj, B., & Schilder, A. (2019). Biofungicides as alternative to synthetic fungicide control of grey mould (*Botrytis cinerea*)-prospects and challenges. *Biocontrol Science and Technology*, 29, 241–262. <https://doi.org/10.1080/09583157.2018.1548574>
- Abdolahi, A., Hassani, A., Ghuosta, Y., Bernousi, I., & Meshkatalasadat, M.H. (2010). *In vitro* efficacy of four plant essential oils against *Botrytis cinerea* Pers.:Fr. and *Mucor piriformis* A. Fischer. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 13, 97-107. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2010.10643796>
- Ağar, İ.T. (1987). *Satsuma, klemantin ve fremont mandarinleri ile mineola tangelo'nun kontrollü atmosferde muhafaza olanakları üzerinde araştırmalar (Tez No 2066)*. [Yüksek Lisans Tezi Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği

- Ana Bilim Dalı, 160 sayfa]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Aguilar-González, E., Palou, E., & López-Malo, A. (2015). Antifungal activity of essential oils of clove (*Syzygium aromaticum*) and/or mustard (*Brassica nigra*) in vapor phase against gray mold (*Botrytis cinerea*) in strawberries. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *32*, 181–185. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.09.003>
- Altintas, A., Tabanca, N., Tyihak, E., Ott, P.G., Moricz, A.M., Mincsovcis, E., & Wedge, D.E. (2013). Characterization of volatile constituents from *Origanum onites* and their antifungal and antibacterial activity. *Journal of Aoac International*, *96*, 1200-1208. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.SGEAltintas>
- Amiri, Z., Sourestani, M.M., Mortazavi, S.M.H., Kiasat, A.R., & Ramezani, Z. (2022). Efficiency of chemical composition of some essential oils against *Botrytis cinerea*, the pathogen of post-harvest strawberry fruits. *Journal of Food Measurement and Characterization* *16* : 66–75. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01133-z>
- Anonim, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 28.01.2022).
- Anonymous, (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (Alınma Tarihi: 24.02.2022).
- Anonymous, (2022). *Botrytis* Diseases and Disorders. Agriculture: Citrus Pest Management Guidelines, <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/citrus/Botrytis-Diseases-And-Disorders/>
- Arras, G. & Usai, M. (2001). Fungitoxic activity of 12 essential oils against four postharvest citrus pathogens: chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *Journal of Food Protection*, *64*, 1025-1029. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.7.1025>.
- Atay, M. & Soylu, S. (2022). Biber meyvelerinde hasat sonrası çürümelere sebep olan bazı fungal hastalık etmenlerine karşı isothiocyanate bileşiklerinin antifungal etkilerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, *26*, 290-302. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1136632>
- Atay, M. & Soylu, S., (2023). Kurutmalık biber meyvelerinde iç çürüklüğüne neden olan bazı fungal etmenlere karşı bitki uçucu yağlarının *in vitro* antifungal etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, *26*(1), 76-89. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1085859>.
- Bazioli, J.M., Belinato, J.R., Costa, J.H., Akiyama, D.Y., de Moraes Pontes, J.G., Kupper, K.C., Augusto, F., de Carvalho, J.E., & Fill, T.P. (2019). Biological control of citrus postharvest phytopathogens. *Toxins*, *11*, article no. 460. <https://doi.org/10.3390/toxins11080460>
- Benli, M. (2003). Hasat sonrası fungal hastalıklarla kimyasal ve biyolojik mücadele. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, *1*, 1-25.
- Bouchra, C., Achouri, M., Idrissi Hassani, L.M. & Hmamouchi, M. (2003). Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven moroccan labiatae against *Botrytis cinerea* pers: Fr. *Journal of Ethnopharmacology*, *89*, 165-169. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00275-7](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00275-7)
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—A review. *International Journal of Food Microbiology*, *94*, 223–253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
- Camele, I., De Feo, V., Altieri, L., Mancini, E., De Martino, L., & Rana, GL. (2010). An attempt of postharvest orange fruit rot control using essential oils from Mediterranean Plants. *Journal of Medicinal Food*, *13*, 1515-1523. <https://doi.org/10.1089/jmf.2009.0285>
- Cohen, E. (1989). Evaluation of fenpropimorph and flutriafol for control of sour rot, blue mold and green mold in lemon fruit. *Plant Disease*, *73*, 807-809
- Dave, B., Sales, M., & Walia, M. (1990). Resistance of different strains of *Penicillium digitatum* to imazalil treatment in California citrus packinghouse. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, *102*, 178-179.
- de Oliveira Filho, J.G., da Cruz Silva, G., de Aguiar, A.C., Cipriano, L., de Azeredo, H.M.C., Junior, S.B., & Ferreira, M.D. (2021). Chemical composition and antifungal activity of essential oils and their combinations against *Botrytis cinerea* in strawberries. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *15*, 1815–1825. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00765-x>.
- Delen, N., & Tosun, N. (1995). *Botrytis cinerea* izolatlarının bazı dithiocarbamate'lara duyarlılığı üzerinde çalışmalar. *7.Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri*, Adana, 141-144.
- Diénez, F., Santos, M., Blanco, R., & Tello, J.C. (2002). Fungicide resistance in *Botrytis cinerea* isolates from strawberry crops in Huelva (southwestern Spain). *Phytoparasitica*, *30*, 529-534. <https://doi.org/10.1007/BF02979759>
- Hadian, J., Ghasemnezhad, M., Ranjbar, H., Frazane, M., & Ghorbanpour, M. (2008). Antifungal potency of some essential oils in control of postharvest decay of strawberry caused by *Botrytis cinerea*, *Rhizopus stolonifer* and *Aspergillus niger*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, *11*, 553-562. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2008.10643666>
- Ismail, M., & Zhang, J. (2004). Post-harvest citrus diseases and their control. *Outlooks Pest Management*, *15*, 29–35. <https://doi.org/10.1564/15feb12>

- Isman, B.M. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19, 603–608. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00079-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00079-X)
- Jafarzadeh, S., Salehabadi, A., Nafchi, A.M., Oladzadabbasabadi, N., & Jafari, S.M. (2021). Cheese packaging by edible coatings and biodegradable nanocomposites; improvement in shelf life, physicochemical and sensory properties. *Trends Food Science & Technology*, 116, 218–231. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.021>
- Jayasekara, A., Daranagama, A., Kodituwakku, T.D., & Abeywickrama, K. (2022). Morphological and molecular identification of fungi for their association with postharvest fruit rots in some selected citrus species. *The Journal of Agricultural Sciences-Sri Lanka*, 17, 79-93. <http://doi.org/10.4038/jas.v17i1.9612>
- Kahramanoglu, I., Panfilova, O., Kesimci, T.G., Bozhuyuk, A.U., Gurbuz, R., & Alptekin, H. (2022). Control of postharvest gray mold at strawberry fruits caused by *Botrytis cinerea* and improving fruit storability through *Origanum onites* L. and *Ziziphora clinopodioides* L. volatile essential oils. *Agronomy*, 12, Article Number 389. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020389>
- Kaplan, H.J., & Dave, B.A. (1979). The current status of imazalil: a post harvest fungicide for Citrus. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 92, 37-43.
- Kara, M., Soylu, S., Türkmen, M., & Kaya, D.A. (2020). Determination and antifungal activities of laurel and fennel essential oils against fungal disease agents of cypress seedlings. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17, 264-275. <https://doi.org/10.33462/jotaf.663452>
- Kara, M., Türkmen, M., Soylu, S. (2022a). Rezene ve defne uçucu yağ karışımlarının kimyasal bileşenlerinin servi sürgün uç yanıklığı hastalık etmeni *Pestalotiopsis funerea*'ya karşı antifungal etkinliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 25 (1), 113-126. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.904966>
- Kara, M., Türkmen, M., Soylu, S. (2022b). Chemical compositions and *in vitro* antifungal activities of essential oils obtained from different *Origanum* species against postharvest gray mold rot of persimmon fruit. *Acta Horticulturae*, 1338, 283-290. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1338.41>
- Kelly, J.L., & Austin, L.A. (1985). A quantitative detection method for *P. italicum* and *P. digitatum* in citrus packinghouses. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 98, 211-213.
- Knobloch, K., Pauli, P., Iberl, B., Weigand, H., & Weis N. (1989). Antibacterial and antifungal properties of essential oil components. *Journal of Essential Oil Research*, 1, 119-128. <https://doi.org/10.1080/10412905.1989.9697767>
- Liu, X., Wang, L.P., Li Y.C., Li H.T., Yu, T., & Zheng, X.D. (2009). Antifungal activity of thyme oil against *Geotrichum citri-aurantii* *in vitro* and *in vivo*. *Journal of Applied Microbiology*, 107, 1450-1456. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04328.x>
- Maldonado M.C., Corona J., Gordillo M.A., Navarro AR., (2009). Isolation and partial characterization of antifungal metabolites produced by *Bacillus* sp. IBA 33. *Current Microbiology*, 59, 646-650 <https://doi.org/10.1007/s00284-009-9489-5>
- Mbili N.C., Opara, U.L., Lennox, C.L., & Vries, F.A. (2017). Citrus and lemongrass essential oils inhibit *Botrytis cinerea* on 'Golden Delicious', 'Pink Lady' and 'Granny Smith' apples. *Journal of Plant Disease and Protection*, 124, 499-511. <https://doi.org/10.1007/s41348-017-0121-9>
- Myresiotis, C.K., Karaoglanidis, G.S., & Tzavella-Klonari, K. (2007). Resistance of *Botrytis cinerea* isolates from vegetable crops to anilinopyrimidine, phenylpyrrole, hydroxylanilide, benzimidazole, and dicorboximide fungicides. *Plant Diseases*, 91, 407-403. <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-4-0407>
- Özbel, T., & Delen, N. 1995. Turunçgil meyvelerinde *Penicillium* türlerinin oluşturdukları hasat sonrası çürüklüklerine karşı fungusitlerin etkinlikleri üzerinde çalışmalar. *7.Türkiye Fitopatoloji Kongresi*, 220-223.
- Pappas, A.C. (1982). Metalaxyl resistance and control of cucumber downy mildew with oomycetes-fungicides. *Annales de l'Institut Pythopathologique Benaki*, 13, 194-212.
- Perina, F.J., Amaral, D.C., Fernandes, R.S., Labory, C.R.G., Teixeira, G.A., & Alves, E. (2015). *Thymus vulgaris* essential oil and thymol against *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler: effects on growth, viability, early infection and cellular mode of action. *Pest Management Science*, 71, 1371-1378. <https://doi.org/10.1002/ps.3933>
- Prusky, D. (2011). Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future prospects. *Food Security*, 3, 463-474. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0147-y>
- Rasooli, I., Rezaei, M.B., & Allameh, A. (2006). Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus x-porlock*. *Food Control*, 17, 359-364. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.12.002>
- Romagnoli, C., Bruni R., Andreotti, E., Rai, M.K., Vicentini, C.B. & Mares, D. (2005). Chemical characterization and antifungal activity of essential oil of capitula from wild Indian *Tagetes patula* L. *Protoplasma*, 225, 57-65. <https://doi.org/10.1007/s00709-005-0084-8>
- Rosslensbroich, H.J., & Stuebler, D. (2000). *Botrytis cinerea*—history of chemical control and novel fungicides for its management. *Crop Protection*, 19,

- 557-61. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00072-7).
- Saito, S., & Xiao, C.L. (2017). Prevalence of postharvest diseases of mandarin fruit in California. *Plant Health Progress*, 18, 204-210. <https://doi.org/10.1094/PHP-08-17-0048-RS>
- Saito, S., & Xiao, C-L. (2017b). Emerging post-harvest fruit rot diseases of mandarins. *Citrograph*, 8, 44-47.
- Saito, S., & Xiao, C-L. (2018). Fungicide resistance in *Botrytis cinerea* populations in California and its influence on control of gray mold on stored mandarin fruit. *Plant Disease*, 102, 2545-2549. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-18-0766-RE>.
- Saito, S., Michailides, T.J., & Xiao, C. L. (2016). Mucor rot – An emerging post-harvest disease of mandarin fruit caused by *Mucor piriformis* and other *Mucor* spp. in California. *Plant Disease* 100(6), 1054-1063. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-15-1173-RE>.
- Salunkhe, D.K., & Desai, B.B. (1984). Postharvest Biotechnology of Fruits. *Mahatma Phule Agricultural University, India, CRS Pres, Vol 1 :59-75*
- Soylu, E.M., & Köse, F. (2015). Antifungal activities of essential oils against citrus black rot disease agent *Alternaria alternata*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 18, 894-903.
- Soylu, E.M., Kurt, S., & Soyly, S. (2010). *In vitro* and *in vivo* antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. *International Journal of Food Microbiology*, 143, 183-189. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.08.015>.
- Soylu, E.M., Soyly, S., & Kurt, Ş. (2006). Antimicrobial activities of the essential oils of various plants against tomato late blight disease agent *Phytophthora infestans*. *Mycopathologia*, 161, 119-128 <https://doi.org/10.1007/s11046-005-0206-z>.
- Soylu, E.M., Tok, F.M., Soyly, S., Kaya, A.D., & Evrendilek, G.A. (2005). Antifungal activities of the essential oils on post-harvest disease agent *Penicillium digitatum*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8, 25-29.
- Soylu, S., Yigitbas, H., Soyly, E.M., & Kurt, Ş. (2007). Antifungal effects of essential oils from oregano and fennel on *Sclerotinia Sclerotiorum*. *Journal of Applied Microbiology*, 103, 1021-1030. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03310.x>.
- Stange, R.R., & Eckert, J.W. (1994). Influence of postharvest handling and surfactants on control of green mold of lemons by curing. *Phytopathology*, 84, 612-616. <https://doi.org/10.1094/Phyto-84-612>.
- Szczerbanik, M., Jobling, J., Morris, S., & Holford, P. (2007). Essential oil vapours control some common postharvest fungal pathogens. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47, 103-109. <https://doi.org/10.1071/EA05236>.
- Toker, S., & Biçici, M. (1996). Turunçgil meyvelerinde görülen hasat sonrası hastalıklara bazı fungusit ve depolama uygulamalarının etkisi. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 20, 73-83.
- Uysal, A., Kurt, Ş., Soyly, S., Kara, M., & Soyly, E.M. (2022). Hatay ilinde yer alan turunçgil paketleme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyotaya içerisindeki fungal ve bakteriyel türler ile yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2), 340-351. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1095692>.
- Vaughn, S.F., & Spencer, G.F. (1994). Antifungal activity of natural compounds against thiabendazole-resistant *Fusarium sambucinum* strains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 200-203. <https://doi.org/10.1021/jf00037a036>.
- Vitoratos, A., Bilalis, D., Karkanis, A., & Efthimiadou, A. (2013). Antifungal activity of plant essential oils against *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 41, 86-92. <https://doi.org/10.15835/nbha4118931>.
- Wild, B.L., and Eckert, J.W. (1982). Synergy between a benzimidazole-sensitive isolate and benzimidazole-resistant isolates of *Penicillium digitatum*. *Phytopathology*, 72, 1329-1332.
- Wilson, C.L., & Pusey, P.L. (1985). Potential for biological control of postharvest plant diseases. *Plant Disease*, 69, 375-378.
- Wilson, C.L., Ghaouth, A.E., Chalutz, E., Drony, S., Stevens, C., Lu, J.Y., Khan, V., and Arul, J. (1994). Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. *Plant Disease*, 78, 837-844.
- Wodnicka, A., Huzar, E., Dzieciol, M., & Krawczyk, M. (2019). Comparison of the composition and fungicidal activity of essential oils from fennel fruits cultivated in Poland and Egypt. *Polish Journal of Chemical Technology*, 21, 38-42. <https://doi.org/10.2478/pjct-2019-0018>.
- Yilmaz, A., Ermis, E., & Boyraz, N. (2016). Investigation of *in vitro* and *in vivo* anti-fungal activities of different plant essential oils against postharvest apple rot diseases - *Colletotrichum gloeosporioides*, *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum*. *Journal of Food Safety and Food Quality*, 67, 122-131. <https://doi.org/10.2376/0003-925X-67-12>.
- Zambonelli, A., Zechini D'Aulerio, A., Bianchi, A., & Albasini, A. (1996). Effects of essential oils on phytopathogenic fungi *in vitro*. *Journal of Phytopathology*, 144, 491-494. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1996.tb00330.x>.



Tek Yıllık Çim Yetiştiriciliğinde Organik Madde ve Farklı Azot Kaynaklarının Ot Verimi ve Kalitesine Etkisi

Hasan Can DEMİRAY¹, Altıngül ÖZASLAN PARLAK^{2*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Çanakkale ²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale

¹<https://orcid.org/0000-0002-2615-2286>, ²<https://orcid.org/0000-0001-6107-049X>

✉: ozaslan@comu.edu.tr

ÖZET

Üretimde verim ve kaliteyi artırmak için gübre uygulaması vazgeçilmezdir. Yoğun tarımsal faaliyetler sonucunda her geçen gün verim düşmekte ve çevre kirliliği artmaktadır. Bu çalışmanın amacı; farklı organik madde ve azot kaynaklarının tek yıllık çimin verim ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesidir. Çalışma 2018-2020 yıllarında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlı olarak yürütülmüştür. Tek yıllık çim hiçbir uygulama yapılmadan (kontrol), çiftlik gübresi (3000 kg da⁻¹), tavuk gübresi (300 kg da⁻¹), leonardit (100 kg da⁻¹), biyolojik gübre (serbest yaşayan azot bakterileri) ve kimyasal gübre (10 kg N da⁻¹) uygulanmıştır. Bunun yanında %50 tek yıllık çim + %50 fiğ, %50 tek yıllık çim + %50 yem bezelyesi olacak şekilde ikili karışım yapılmıştır. Tek yıllık çimin en yüksek yeşil ve kuru ot verimi çiftlik gübresinde belirlenirken, en düşük verim tek yıllık çimin yem bezelyesi ve fiğle yapılan ikili karışımlarında belirlenmiştir. Uygulanan bütün gübrelere HP (ham protein), NDF (nötr deterjanda çözünmeyen lif), DMD (sindirilebilir kuru madde) ve ham kül oranları benzer olmuş, yem bezelyesi ve fiğin tek yıllık çimle yapılan ikili karışımlarında ham protein, DMD ve ham kül oranları yüksek, NDF oranı ise düşük çıkmıştır. Otun ADF (asit deterjanda çözünmeyen lif) oranı en yüksek çiftlik gübresinde çıkmıştır. Elde edilen sonuçların ışığında çiftlik gübresinin verimi önemli derecede artırdığı, otun kalitesinde de olumlu bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Tek yıllık çim yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi tavsiye edilebilir.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 12.12.2022

Kabul Tarihi : 24.01.2023

Anahtar Kelimeler

Tek yıllık çim
Organik madde kaynakları
Ot verimi
Ot kalitesi

Effect of Organic Matter and Different Nitrogen Sources in Annual Ryegrass Cultivation on Forage Yield and Quality

ABSTRACT

Fertilizer application is inevitable to increase yield and quality on production. As a result of intensive agricultural activities, productivity decreases and environmental pollution increases day by day. The aim of this study is to determine the effects of different organic matter and nitrogen sources on the yield and quality of annual ryegrass. The study was carried out in three replications according to the randomized blocks experimental design in 2018-2020. Annual ryegrass were sown without any applications (control), farm manure (3000 kg da⁻¹), poultry manure (300 kg da⁻¹), leonardite (100 kg da⁻¹), biological fertilizer (free living nitrogen bacteria) and chemical fertilizer (10 kg N da⁻¹) were applied. Besides, binary mixtures were made as 50% annual ryegrass + 50% common vetch, 50% annual ryegrass + 50% pea. While the highest green and dry matter yield of annual ryegrass was determined in farm manure, the lowest yield was determined in binary mixtures of annual ryegrass made with pea and common vetch. HP (crude protein), NDF (neutral detergent fibre), DMD (dry matter digestibility) and crude ash ratios were similar in all applied fertilizers, crude protein, DMD and crude ash ratios were high and NDF ratios were low in the binary mixtures of pea and common vetch with annual ryegrass. The highest ADF (acid detergent fibre) ratio was found in farm manure. According to the results

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 12.12.2022

Accepted : 24.01.2023

Keywords

Annual ryegrass
Organic matter sources
Forage yield
Forage quality

obtained, it was determined that farmyard manure significantly increased the yield and had a positive effect on the quality of the forage. Farm manure can be recommended in annual ryegrass.

- Atıf Şekli:** Demiray, H.C., & Özasan Parlak, A., (2023) Tek Yıllık Çim Yetiştiriciliğinde Organik Madde ve Azot Kaynaklarının Ot Verimi ve Kalitesine Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (4), 827-834. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1102770>
- To Cite :** Demiray, H.C., & Özasan Parlak, A., (2023). Effect of Organic Matter and Different Nitrogen Sources in Annual Ryegrass Cultivation on Forage Yield and Quality. *KSU J. Agric Nat* 26 (4), 827-834. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1102770>

GİRİŞ

Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu gibi devlet destekleriyle Türkiye'nin kuzeybatısında büyük çiftliklerin sayısı artmaktadır (Anonim, 2022). Bu bölgelerde mera alanları ise %3-5'lik yer kapladığından dolayı meralarda otlatma yapılmamakta, çoğunlukla hayvanlar intensif olarak beslenmektedir. Çiftlik hayvanları, ek yemlerin yanında, yonca, fiğ, yem bezelyesi ve son yıllarda çok fazla yetiştirilmeye başlanan tek yıllık çimle beslenmektedir. Büyük çiftliklerin artmasıyla kaliteli kaba yem ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Akdeniz ikliminin hakim olduğu Marmara Bölgesinde yılda iki ürün alınmaktadır. Ana ürün olarak sebze yetiştiriciliği yapıldığı için çiftçiler tek yıllık yem bitkilerini 2. ürün olarak yetiştirmeyi daha çok tercih etmektedirler. Azot, birçok bitkinin ve yem bitkilerinin verimini artırmak için hayati öneme sahiptir. Azot kaynağı olarak kimyasal gübreler yoğun olarak kullanılmaktadır. Yoğun olarak kullanılan kimyasal gübreler verimi artırmakta fakat yoğun tarım yapılan toprakların organik maddelerinin düşmesine, toprak yorgunluğunun artmasına ve her geçen gün verimin düşmesine neden olurken, en önemlisi çevre kirliliğine neden olmaktadır (Edmeades, 2003; Quilty & Cattle, 2011). Çiftlik gübresi, tavuk gübresi, leonardit, biyogübreler ve baklagillerle buğdaygillerin ikili karışımları kimyasal gübrelerin yerine kullanılabilir organik kaynaklardır (Yolcu, 2010; Lithourgidis ve ark., 2011). Organik gübreler toprağı iyileştirmenin yanında verimi de artırmaktadır (Lal, 2006; Diacono & Montemurro, 2010). Leonardit, linyit yataklarında bulunan linyitin hava atmosferinde değişmesiyle oluşmuş, içerisinde yüksek miktarda humik ve fulvik asit bulunan tarımda kullanılan organik maddedir (Lee & Bartlett, 1976). Son yıllarda biyogübrelerinde kullanımı artmaktadır. Biyogübreler canlı mikroorganizmalar içerdiği için, organik madde ayrışmasını, organik atıkların bozulmasını, toprak minerallerinin çözündürülmesi ve azot fiksasyonu ile mineral bitki besin maddelerinin miktarına ve alımına yardımcı olmaktadır (Çakmakçı, 2005). Baklagil ve buğdaygil familyalarıyla yapılan karışık ekim verimi ve kaliteyi artırması yanında havanın serbest azotunu toprağı bağlayarak bitkilerin ihtiyaç duyduğu azotu da temin etmektedir (Yıldırım & Özasan Parlak, 2016). Bunun yanında dünyada enerji fiyatlarının artması nedeniyle kimyasal gübrelerin fiyatları da çok

artmıştır. Gübre fiyatlarının artması üreticilerin gübre kullanımını sınırlandıracaktır. Çiftçiler çiftliklerden elde edilen atıklara yöneleceklerdir, bu atıkların değerlendirilmesi hem çiftliğe ekonomik kazanç sağlayacak, hem de toprakların organik madde miktarını artıracaktır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde sadece çiftlik gübresi, ya da biyolojik gübre ve leonardit ele alınmıştır. Bunların hepsinin birlikte ele alındığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada hem kimyasal gübre, hem de organik madde ve azot kaynakları ele alınarak, tek yıllık çimin verim ve kalitesindeki etkileri ortaya konulmuştur.

MATERYAL ve METOD

Deneme 2018–2019 ve 2019–2020 yetiştirme periyodunda Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Dardanos Yerleşkesi Uygulama alanında yürütülmüştür (40°08'K ve 28°20'D, 2 m deniz seviyesinde). Deneme alanının toprakları killi tın bünyeli, 0-5 cm derinlikte pH=7.40, EC=1.81 dS m⁻¹, organik madde %1.17, toplam N %0.06, CaCO₃ %11.49, alınabilir P ve K sırasıyla 4.26, 207.70 mg kg⁻¹'dir. 5-20 cm derinlikte ise pH=7.46, EC= 1.62 dS m⁻¹, organik madde %1.17, toplam N %0.06, CaCO₃ %11.74, alınabilir P ve K sırasıyla 4.78, 200.31 mg kg⁻¹'dir. Yetiştirme sezonunda iklim verileri Tablo 1'de verilmiştir. 2018-2019 yetiştirme periyodunda toplam yağış 630.7 mm iken 2019-2020 yıllarında 391.1 mm olmuş ve yaklaşık yarı yarıya bir düşüş belirlenmiştir, uzun yıllar ortalamasında ise 625.5 mm yağış düşmüştür. Ortalama sıcaklık ise ilk yıl 16.8 °C, ikinci yıl 17.4 °C, uzun yıllar ortalaması ise 15.2 °C olarak ölçülmüş ve denemenin yürütüldüğü yıllarda uzun yıllar ortalamasından ilk yıl 1 °C, ikinci yıl 2 °C daha yüksek olmuştur.

Tek yıllık çimin azot ihtiyacı yüksek ve azotu değerlendirmesinde çok iyi olduğu için bütün uygulamalarda azot temel alınmıştır. Farklı kaynaklardan elde edilebilecek azot kaynakları denenmiştir. Dozların belirlenmesinde; daha önceden yapılan çalışmalarda en verimli doz temel alınmıştır. Biyogübre (BM-MegaFlu) azot fikse eden, fosfor çözen ve indol asetik asit üreten üç farklı bakteri strein içerikli sıvı taşıyıcı özelliğinden dolayı kullanılmıştır.

Tek yıllık çim, yem bezelyesi ve yaygın fiğle karışık ekilmesinde de baklagillerin havanın serbest azotunu toprağı bağlayarak karışımdaki bitkilere azot temin

etmesidir.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre sekiz uygulama ve üç tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Farklı gübre uygulamaları 1) hiçbir gübre uygulanmayan kontrol parseli, 2) çiftlik gübresi (3000 kg da⁻¹) (Yolcu ve ark. 2011), 3) tavuk gübresi (300 kg da⁻¹) (Fayetörbay ve ark. 2014), 4) leonardit

(100 kg da⁻¹), (Öztürk, 2010; Tamer ve ark. 2016), 5) biyogübre (BM-MegaFlu (*Bacillus megaterium*, *Pantoea agglomerans* ve *Pseudomonas fluorescens* bakterilerini içeren), 6) amonyum sülfat gübresi (10 kg N da⁻¹), (Türkmen, 2018) 7) tek yıllık çimin (*Lolium multiflorum* L.) yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) ile ikili karışımı, 8) tek yıllık çimin yaygın fiğle (*Vicia sativa* L.) ikili karışımı.

Çizelge 1. Araştırma yerinin uzun yıllar ortalaması ile (1927-2020) 2018,2019, 2020 yıllarına ait iklim verileri
Table 1. The long-term (1927-2020) average of the study area and the climate data for the years 2018, 2019, 2020

Year	Nov	Dec.	Jan	Feb	Mar.	Apr.	May.	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Tot./Mea.
Yıllar	Kas	Ara.	Oca	Şub	Mart	Nis.	May	Haz.	Tem.	Ağus	Eylül	Ekim	Top./Ort
Total precipitation (mm) <i>Toplam yağış (mm)</i>													
2018/2019	92.8	97.3	94.3	69.0	64.4	85.9	4.5	56.7	19.6	10.5	1.0	34.7	630.7
2019/2020	18.8	32.4	57.7	48.5	24.1	55.8	54.7	38.6	0.1	3.1	8.6	48.7	391.1
1927-2020	84.3	105.6	92.4	72.3	66.0	45.0	30.1	25.7	14.3	9.2	25.0	55.6	625.5
Mean temperature (°C) <i>Ortalama sıcaklık (°C)</i>													
2018/2019	13.1	7.5	7.7	7.1	10.8	13.4	19.6	25.8	26.7	27.5	23.4	19.4	16.8
2019/2020	17.5	11.2	7.3	9.7	11.7	12.3	18.2	22.6	27.0	27.1	24.7	19.3	17.4
1927-2020	12.1	8.4	6.3	6.7	8.4	12.6	17.6	22.2	25.1	25.1	21.1	16.3	15.2

Toprak sonbaharda 20 cm derinlikte işlenmiş daha sonra diskaro çekilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Çiftlik gübresi, tavuk gübresi ve leonardit ekmeden önce toprağa karıştırılmıştır. Azotlu gübrenin yarısı ekimle birlikte diğer yarısı ise sapa kalkmadan hemen önce uygulanmıştır. Bakteri esaslı biyolojik gübre doğrudan toprağa uygulanmıştır. Bunun için dekara 100 litre temiz suya 1 litre biyolojik gübre ilave edilmiş ve temiz bir tankta iyice karıştırılmış, kapalı bir ortamda bir gece bekledikten sonra düşük basınçlı pülverizatörle akşam saatlerinde toprak yüzeyine püskürtülerek, yüzeysel toprak işleme yapılmıştır.

Ekim 2018 ve 2019'un kasım ayında 12 m² (2.00 x 6.00 m) parsellere 12.5 cm sıra arası olacak şekilde 16 sıra elle ekim yapılmıştır. Bloklar arası 1.5 m, parseller arası 50 cm boşluk bırakılmıştır. Tek yıllık çimin yaygın fiğ ve yem bezelyesiyle olan karışımlarında bir sıra baklagil bir sıra buğdaygil olacak şekilde düzenlenmiştir. Tek yıllık çim (Trinova çeşidi) dekara 6 kg, yaygın fiğ (yerel ekotip) 12 kg da⁻¹, yem bezelyesi (Töre çeşidi) 12 kg da⁻¹ yalın ekimleri üzerinden hesaplanarak karışımlar %50 baklagil+ %50 buğdaygil olacak şekilde ekilmiştir. Yabancı ot kontrolü elle yapılmıştır. Ot hasatı tek yıllık çimin süt olum döneminde, baklagillerinde çiçeklenme döneminde yapılmıştır. Her parselin ilk ve son sıraları ile baştan ve sondan 50 cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmış ve geriye kalan alan hasat alanı olarak belirlenip dipten biçilmiş yaş olarak tartılmış yaş ot verimi belirlenmiş 500 g örnekler bez torbaya doldurularak, laboratuvara getirilmiştir. Örnekler 60 °C'de 2 gün kurutulduktan sonra tartılarak kuru ot tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar dekara çevrilerek verim belirlenmiştir (kg da⁻¹). Ot kalitesini belirlemek için kurutulmuş örnekler 1 mm ebadında olacak şekilde öğütülmüştür. Ham protein oranı; N miktarı Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiş ve N 6.25

ile çarpılarak hesaplanmıştır (AOAC, 1995). Van Soest ve ark., (1991)'na göre NDF, ADF ve ADL miktarı belirlenmiştir. Kül miktarı da yine AOAC (1995)'e göre yapılmıştır. Sindirilebilir kuru madde (DMD) % = 83.58 - 0.824 ADF% + 2.626 N% formülü ile hesaplanmıştır (Oddy ve ark., 1983).

Elde edilen veriler iki yönlü ANOVA varyans analizine tabi tutulmuştur (Minitab 13.1). Ortalamalar arasındaki farklılık p<0.05 önem seviyesine göre Tukey's HSD çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tek yıllık çim bitkisine uygulanan ahır gübresi, tavuk gübresi leonardit, biyogübre, kimyasal gübre (azot) ve fiğ ve yem bezelyesinin tek yıllık çimle yapılan ikili karışımları sonucunda tek yıllık çimin bitki boyu, yeşil ve kuru ot verimleri ile kuru madde oranları (KMO) önemli derecede etkilenmiştir. Yıllar arasında da çok önemli farklılık olmuştur (Çizelge 2).

Yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde tek yıllık çimin bitki boyu, kuru madde oranı, yeşil ve kuru ot verimi 2019 yılında önemli, 2020 yılında önemsiz, iki yılın ortalamasında ise önemli çıkmıştır. Tek yıllık çimin 2019 yılında bitki boyu, yeşil ve kuru ot verimi daha yüksek olmuştur. Yeşil ve kuru ot verimleri 2019 yılında 2020 yılına göre iki kat daha fazla olmuştur. İki yılın ortalamasına bakıldığında bitki boyu ahır gübresi, tavuk gübresi ve leonardit uygulamalarında en yüksek olmuş ve aynı istatistikî grupta yer almıştır. En kısa tek yıllık çimin bitki boyu yem bezelyesi ve fiğle yapılan ikili karışımlarda ölçülerek kontrol parselden daha kısa olurken, biyogübre uygulaması ve kimyasal gübre uygulaması ise kontrol parseliyle aynı istatistikî grupta yer almıştır. Kuru madde oranı 2020 yılında %32.66±2.74 olurken, 2019 yılında

%30.54±1.74 olmuştur. En yüksek kuru madde oranı azotlu gübrede en düşük ise tek yıllık çimin yem bezelyesi ve fiğle yapılan ikili karışımında belirlenmiştir (Çizelge 3). Tek yıllık çimin yeşil ot (3413.5±804.28 kg da⁻¹) ve kuru ot (1130.4±260.06 kg

da⁻¹) verimleri en yüksek ahır gübresinde belirlenmiştir. En düşük verim ise 1936.7±280.48 kg da⁻¹ yeşil ot ve 532.2±62.22 kg da⁻¹ kuru ot ile yem bezelyesi ile tek yıllık çimin ikili karışımından elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Farklı gübre uygulamalarının tek yıllık çimin verim ve verim bileşenlerine ilişkin varyans analizi
Table 2. Analysis of variance on yield and yield components of annual ryegrass of different fertilizer applications

Treatment	Plant height (cm) <i>Bitki boyu (cm)</i>	Green forage yield (kg da ⁻¹) <i>Yeşil ot verimi (kg da⁻¹)</i>	Dry matter yield (kg da ⁻¹) <i>Kuru ot verimi (kg da⁻¹)</i>	Dry matter ration (%) <i>Kuru madde oranı (%)</i>
Uygulamalar	***	*	***	***
Year, Yıl	***	***	***	*
Treatmentx Year <i>Uygulama x Yıl</i>	***	***	***	ns
Tukey's HSD	4.408	242.0	73.23	1.342

*** 0.01, * 0.05 düzeyinde önemlidir, ns önemli değildir.

Çizelge 3. Organik madde ve farklı azot kaynaklarının tek yıllık çimin bitki boyu, kuru madde oranı, yeşil ot ve kuru ot verimlerine etkileri (ortalama±standart hata)

Table 3. The effects of organic matter and different nitrogen sources on plant height, dry matter ratio, fresh yield and dry matter yield of annual ryegrass (mean±standard error)

Treatment <i>Uygulamalar</i>	Plant height (cm) <i>Bitki boyu (cm)</i>			Dry matter ratio (%) <i>Kuru madde oranı (%)</i>		
	2019	2020	Mean Ortalama	2019	2020	Mean Ortalama
Control <i>Kontrol</i>	132.07±7.196 ^{ab}	103.33±4.20	117.70±7.43 ^{ab}	30.57±2.17 ^{ab}	31.73±3.17	31.15±1.74 ^{ab}
Farm manure <i>Ahır gübresi</i>	151.13±9.76 ^a	115.83±2.45	133.48±9.08 ^a	33.07±1.24 ^a	33.43±1.12	33.25±0.75 ^{ab}
Poultry manure <i>Tavuk gübresi</i>	148.30±5.80 ^a	121.67±5.13	134.98±6.89 ^a	32.23±2.17 ^{ab}	34.51±0.43	33.36±1.13 ^{ab}
Leonardite <i>Leonardit</i>	142.53±0.37 ^{ab}	112.97±3.28	127.75±6.77 ^a	31.90±0.45 ^{ab}	32.59±1.11	32.24±0.56 ^{ab}
Biological fertilizer <i>Biyogübre</i>	116.80±2.89 ^{ab}	118.53±1.05	117.67±1.43 ^{ab}	28.78±0.54 ^{ab}	31.90±2.38	30.34±1.29 ^{ab}
Chemical fertilizer <i>Kimyasal gübre</i>	146.47±1.70 ^a	101.03±6.02	123.75±10.53 ^{ab}	31.88±0.95 ^{ab}	39.53±0.92	35.71±1.81 ^a
YB+TYÇ	106.87±6.48 ^b	104.23±5.40	105.55±3.82 ^b	25.78±0.88 ^b	30.69±3.51	28.23±1.95 ^b
F+TYÇ	106.93±14.67 ^b	105.07±6.75	106.00±7.23 ^b	30.11±1.58 ^{ab}	26.95±3.22	28.53±1.75 ^b
Mean Ortalama	131.39±12.05^a	110.33±5.82^b	120.86	30.54±1.74^b	32.66±2.74^a	31.60
Treatment <i>Uygulamalar</i>	Green forage yield (kg da ⁻¹) <i>Yeşil ot verimi (kg da⁻¹)</i>			Dry matter yield (kg da ⁻¹) <i>Kuru ot verimi (kg da⁻¹)</i>		
	2019	2020	Mean Ortalama	2019	2020	Mean Ortalama
Control <i>Kontrol</i>	3398.3±39.20 ^{ab}	1520.3±113.11	2459.3±423.70 ^{ab}	1040.3±84.47 ^{ab}	475.2±13.22	757.7±131.87 ^{bc}
Farm manure <i>Ahır gübresi</i>	4948.3±938.68 ^a	1880.3±32.22	3413.5±804.28 ^a	1631.7±293.24 ^a	629.0±28.81	1130.4±260.06 ^a
Poultry manure <i>Tavuk gübresi</i>	3855.0±229.68 ^{ab}	1643.0±237.07	2749.8±516.04 ^{ab}	1243.8±114.90 ^{ab}	568.9±88.91	906.3±164.12 ^{ab}
Leonardite Leonardit	3750.0±202.08 ^{ab}	1460.3±69.17	2605.2±520.94 ^{ab}	1194.6±47.52 ^{ab}	474.4±9.41	834.5±162.49 ^{abc}
Biological fertilizer <i>Biyogübre</i>	2710.0±138.57 ^b	1774.7±190.93	2242.3±234.34 ^{ab}	781.4±54.56 ^b	558.6±39.95	670.0±58.30 ^{bc}
Chemical fertilizer <i>Kimyasal gübre</i>	3887.7±111.14 ^{ab}	1397.7±43.94	2642.2±559.32 ^{ab}	1237.4±1.79 ^{ab}	552.2±16.28	894.8±153.07 ^{ab}
YB+TYÇ	2481.7±272.98 ^b	1393.3±150.17	1936.7±280.48 ^b	635.6±54.10 ^b	428.8±75.75	532.2±62.22 ^c
F+TYÇ	2703.7±325.29 ^b	2374.7±743.53	2540.7±370.29 ^{ab}	815.9±117.09 ^b	615.3±163.80	715.6±100.43 ^{bc}
Mean Ortalama	3467.1±556.00^a	1680.7±363.74^b	2573.9	1072.6±206.75^a	537.8±73.04^b	805.2

YB: yem bezelyesi, TYÇ: tek yıllık çim, F: fiğ. Harflendirme %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Yıllar arasında bitki boyu ve ot verimleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Bunun tek nedeni yağışla ilgilidir. 2019 yılındaki yağış yaklaşık olarak

2020 yılındaki yağışın iki katı kadardır. Ot verimlerinde de yaklaşık iki katı daha fazla olmuştur. Kuru tarım yapılan yerlerde yağış veriminde oldukça önemlidir.

2020 yılında yağış uzun yıllar ortalamasının epey altında seyretmiş, sıcaklıkta uzun yıllar ortalamasının 2°C üzerinde olmuştur. Bu durumda verimin önemli derecede düşmesine neden olmuştur. Mısır ve soya fasulyesi ile yapılan karışık ekimde en yüksek bitki boyu ve ot verimi sırasıyla kimyasal gübre, tavuk gübresi ve biogübre uygulamalarında belirlenmiştir (Noorhanin ve ark., 2020). Sığır gübresinin *Brachiaria'nın* (kolotu) (Mc Roberts, 2018), Macar fiği+arpa karışımı (Yolcu, 2014) ve arpanın (Tadesse ve ark., 2018) ot verimlerini artırdığını belirlemişlerdir. Adeli ve ark., (2017) tavuk althğının mısırın biomas verimini artırdığını belirlemişlerdir. Kurutulmuş tavuk gübresinin 50 kg N ha⁻¹ uygulamasında soya fasulyesinin tohum verimini %7, 100 kg N ha⁻¹ uygulamada ise %30 oranında artırdığı bildirilmiştir (Tagoe ve ark., 2008).

Yapılan uygulamalar içerisinde ahır gübresi uygulaması tek yıllık çimin bitki boyu ve ot verimini en fazla artırmıştır. Topraktaki organik madde miktarı ahır gübresi uygulanan parsellerde diğer parsellere göre daha yüksek çıkmış fakat istatistiki olarak fark belirlenmemiştir. Denemede kontrol parselinde organik madde %1.17 olurken, çiftlik gübresinde %1.33 olmuştur. Organik madde de çok azda olsa bu artış verimi artırmış olabilir. Bunun yanında ahır gübresi uygulamasıyla topraktaki P miktarı önemli derecede artmıştır. Kontrol parselinde alınabilir fosfor 4.26 mg kg⁻¹ olurken çiftlik gübresi uygulamalarında 17.34 mg kg⁻¹, diğer uygulamalarda ise kontrol parseliyle benzer olmuştur (Demiray,

basımda). P fotosentezi teşvik eden makro bitki besin elementi olduğu için fotosentezin artmasıyla verimde artmıştır (Kacar, 2020; Lal ve ark., 2020).

Otun kalite parametrelerinden olan ham protein HP, NDF ve DMD oranları farklı gübre uygulamaları ile %1 seviyesinde önemli çıkarken, ADF ve ham kül oranları %5 seviyesinde önemli, ADL oranı ise önemsiz olmuştur. Yapılan bütün uygulamalarda yıllar arasında fark önemli olmuştur (Çizelge 4). 2019 yılında ham protein (%13.85±2.41), ADF (%38.38±1.60), ADL (%5.86±0.48) ve ham kül (%12.02±0.20) olarak daha yüksek çıkarken, NDF (%50.05±3.43), DMD (%57.78±0.69) ile daha düşük çıkmıştır (Çizelge 5). Her iki yıl ve iki yılın ortalamasında ham protein oranı tek yıllık çimin baklagillerle yapılan ikili karışımlarında yüksek, diğer uygulamalarda düşük olmuş ve aynı istatistiki grupta yer almıştır. İlk yıl NDF oranı en yüksek ahır gübresinde, en düşük YB+TYÇ karışımında belirlenmiş, ikinci yıl ise en yüksek NDF oranı ahır gübresi, leonardit ve biogübrede olurken en düşük F+TYÇ karışımında belirlenmiştir. Tek yıllık çimin ADF oranı ise 2019 yılında uygulamalar etki etmezken, 2020 ve iki yılın ortalamasında önemli olmuştur. Tek yıllık çimin ADL oranı 2019 yılında %5.86±0.48 olurken, 2020 yılında %4.18±0.21 olmuş ve ilk yıl ADL oranı daha yüksek çıkmıştır. Otun en yüksek sindirilebilirliği ise tek yıllık çimin baklagillerle yapılan ikili karışımlarında belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Farklı gübre uygulamalarının tek yıllık çimin kalitesine ilişkin varyans analizi
Table 4. Analysis of variance on annual ryegrass quality of different fertilizer applications

	HP (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	DMD (%)	Ash(Hamkül(%))
Treatment	***	***	*	ns	***	**
Uygulamalar						
Year Yıl	***	***	***	***	***	ns
Treatmentx Year	*	ns	ns	***	ns	ns
Uygulama xYıl						
Tukey's HSD	0.406	1.453	1.005	0.980	0.954	1.615

HP: ham protein, NDF: nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: asit deterjan lignin, DMD: sindirilebilir kuru madde

Tek yıllık çimin ot kalitesini belirlemede önemli özelliklerden olan HP, NDF, ADF, ADL, DMD ve ham kül miktarları yıllar arasında önemli farklılıklar çıkmıştır. 2019 yılında ham protein, ADF, ADL ve ham kül artarken, NDF ve DMD oranları azalmıştır. 2019 yılında 2020 yılına göre iki kat daha fazla yağış alan yılda ham protein oranı daha yüksek çıkmıştır. Yağışla birlikte daha fazla azot alan bitkilerde ham protein oranında artmıştır. Yapılan uygulamalarda ham protein oranı benzer olurken, fiğ ve yem bezelyesinin tek yıllık çimle yapılan ikili karışımlarında ham protein oranı yüksek çıkmıştır.

Bununda tek sebebi baklagillerin ham protein oranının yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Simic

ve ark., (2019) ahır gübresi, zeolit ve kimyasal gübre ile yaptıkları çalışmada otun kimyasal kompozisyonunda istatistiki olarak bir fark bulmamışlardır. Yolcu ve ark., (2016) tahılların otundaki ham protein oranının ahır gübresi uygulamasıyla değişmediğini, Lal ve ark., (2020) arpa otunun ham protein oranının organik gübre uygulamasıyla değişmediğini belirlemişlerdir. NDF ve DMD oranları 2019 yılında düşük olurken, 2020 yılında yüksek olmuştur. ADF ve ADL ise ilk yıl yüksek ikinci yıl ise düşük çıkmıştır. Bu durum yağış ve iklimle yakından ilgilidir (Van Soest, 1996).

Çizelge 5. Organik madde ve farklı azot kaynaklarının tek yıllık çimin ham protein oranı (HP), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL), sindirilebilir kuru madde (DMD) ve ham kül oranlarına etkileri (ortalama±standart hata)

Table 5. The effects of organic matter and different nitrogen sources on crude protein (HP), neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF) and acid detergent lignin (ADL), dry matter digestibility (DMD) and crude ash of annual ryegrass (mean±standard error)

Treatment Uygulamalar	HP (%)			NDF (%)		
	2019	2020	Mean Ortalama	2019	2020	Mean Ortalama
Control <i>Kontrol</i>	11.57±0.70 ^b	11,37±0.16 ^b	11.47±0.33 ^b	51.86±1.74 ^{abc}	58.51±1.05 ^{ab}	55.18±1.74 ^{ab}
Farm manure <i>Ahır gübresi</i>	11.52±0.63 ^b	10.88±0.42 ^b	11.20±0.37 ^b	56.83±2.48 ^a	60.21±0.98 ^a	58.52±1.41 ^a
Poultry manure <i>Tavuk gübresi</i>	11.13±0.58 ^b	10.98±0.29 ^b	11.05±0.29 ^b	52.98±3.16 ^{abc}	59.83±2.64 ^{ab}	56.41±2.39 ^a
Leonardite <i>Leonardit</i>	10.98±0.30 ^b	10.11±0.21 ^b	10.54±0.25 ^b	53.86±1.30 ^{ab}	60.64±1.75 ^a	57.25±1.80 ^a
Biological fertilizer <i>Biyogübre</i>	12.63±0.09 ^b	9.89±0.04 ^b	11.26±0,61 ^b	48.03±1.54 ^{abc}	61.93±0.58 ^a	54.98±3.20 ^{abc}
Chemical fertilizer <i>Kimyasal gübre</i>	11.90±0.67 ^b	10.93±0.1 ^b	11.42±0.38 ^b	50.42±3.81 ^{abc}	59.98±0.42 ^{ab}	55.20±2.74 ^{ab}
YB+TYÇ	21.80±1.55 ^a	17,57±0.37 ^a	19.68±1.19 ^a	41.62±2.11 ^c	54.46±2.42 ^{ab}	48.04±3.21 ^c
F+TYÇ	19.30±0.55 ^a	17.46±0.55 ^a	18.38±0.54 ^a	44.83±2.37 ^{bc}	52.50±1.09 ^b	48.66±2.07 ^{bc}
Mean Ortalama	13.85±2.41^a	12.40±2.25^b	13.12	50.05±3.43^b	58.51±2.23^a	54.28
Uygulamalar	ADF (%)			ADL (%)		
	2019	2020	Ortalama	2019	2020	Ortalama
Control <i>Kontrol</i>	38.53±1.05	34.59±0.45 ^{ab}	36.56±1.02 ^{ab}	5.47±0.17	4.22±0.18	4.84±0.30
Farm manure <i>Ahır gübresi</i>	41.31±2.11	36.00±1.16 ^{ab}	38.65±1.60 ^a	5.74±0.39	4.15±0.14	4.94±0.40
Poultry manure <i>Tavuk gübresi</i>	39.29±1.50	35.37±1.79 ^{ab}	37.33±1.36 ^{ab}	5.69±0.26	4.31±0.19	5.00±0.34
Leonardite <i>Leonardit</i>	38.72±1.16	36.26±1.47 ^{ab}	37.49±1.00 ^{ab}	5.41±0.29	4.31±0.27	4.86±0.31
Biological fertilizer <i>Biyogübre</i>	36.23±0.35	37.60±0.48 ^a	36.92±0.40 ^{ab}	5.32±0.21	4.55±0.10	4.93±0.20
Chemical fertilizer <i>Kimyasal gübre</i>	37.53±1.80	34.99±0.28 ^{ab}	36.26±0.99 ^{ab}	5.30±0.11	4.05±0.08	4.68±0.29
YB+TYÇ	36.09±2.19	31.22±1.28 ^b	33.65±1.71 ^b	6.91±0.63	3.91±0.12	5.41±0,32
F+TYÇ	39.35±1.26	30.89±1.50 ^b	35.12±2.09 ^{ab}	7.02±0.44	3.9133±0.36	5.47±0.74
Mean Ortalama	38.38±1.60^a	34.61±1.70^b	36.50	5.86±0.48^a	4.18±0.21^b	5.02
Uygulamalar	DMD (%)			Ash Ham Kül (%)		
	2019	2020	Ortalama	2019	2020	Ortalama
Control <i>Kontrol</i>	56.69±0.79	59.85±0.41	58.27±0.81 ^{bc}	12.31±0.69	8.06±0.24	10.18±1.00
Farm manure <i>Ahır gübresi</i>	54,38±1.99	58.49±1.13	56.44±1.37 ^c	11.70±0.58	8.60±0.33	10.15±0.75
Poultry manure <i>Tavuk gübresi</i>	55.88±1.48	59.05±1.52	57.47±1.18 ^c	12.22±0.44	7.84±0.17	10.03±1.00
Leonardite <i>Leonardit</i>	56.29±0.91	57.95±1.28	57.12±0.80 ^c	11.52±0.70	8.15±0.29	9.84±0.82
Biological fertilizer <i>Biyogübre</i>	59.03±0.30	56.75±0.38	57.89±0.55 ^c	12.62±0.54	8.56±0.18	10.59±0.94
Chemical fertilizer <i>Kimyasal gübre</i>	57.66±1.76	59.34±0.22	58.50±0.88 ^{bc}	11.79±0.20	8.56±0.30	10.17±0.74
YB+TYÇ	63.00±2.45	65.24±1.77	64.12±1.44 ^a	11.08±0.60	8.49±0.24	9.78±0.65
F+TYÇ	59.26±1.25	65.46±1.42	62.36±1.62 ^{ab}	12.91±0.57	9.00±0.37	10.95±0.93
Mean Ortalama	57.78±0.69^b	60.14±0.72^a	59.02	12.02±0.20^a	8.41±0.11^b	10.21

YB: yem bezelyesi, TYÇ: tek yıllık çim, F: fiğ. Harflendirme %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir.

Baklagillerin NDF ve ADF oranları buğdaygillerden daha düşüktür (Strydhorst ve ark., 2008; Göçmen & Özaslan Parlak, 2017). Tek yıllık çimin baklagillerle

yapılan karışımlarında NDF ve ADF oranında düşük çıkmıştır. Bedaso ve ark., (2022) doğal meraya uygulanan organik ve kimyasal gübrenin otun ADL ve

IVDMD (in vitro ortamında kuru maddenin sindirilebilirliği) oranını etkilemediğini belirlemişlerdir. Sindirilebilirlik baklagillerde daha yüksek olduğu için yem bezelyesi ve fiğın tek yıllık çimle karışımında sindirilebilirlik daha yüksek çıkmıştır. Baklagillerin mineral içeriği daha fazladır. Yıldırım & Özaslan Parlak (2019) özellikle fiğın ham kül içeriğini yem bezelyesine göre daha yüksek bulmuşlardır. Bu çalışmada da tek yıllık çimin fiğle yapılan ikili karışımında ham kül oranı en yüksek çıkmıştır. Ertekin ve ark., (2020) fiğ türlerine uygulanan zeolit, leonardit ve hayvan gübresinin ham kül oranları benzer bulunmuştur, NDF ve ADL oranları üzerinde de etkili olmadığı saptanmıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Tek yıllık çim bitkisine gübre uygulaması yapılmadan (kontrol), dekara 3 ton çiftlik gübresi, 300 kg da⁻¹ tavuk gübresi, 100 kg da⁻¹ leonardit, biyolojik gübre (serbest yaşayan azot bakterileri) ve kimyasal 10 kg N da⁻¹ gübresi uygulanmış ve bunların yanında %50 yem bezelyesi+%50 tek yıllık çim, %50 fiğ + %50 tek yıllık çim olacak şekilde ikili karışım şeklinde yetiştirilmiştir. İki yıllık yapılan çalışma sonucunda, ilk yıl verim ikinci yıla oranla iki kat fazla çıkmıştır. En yüksek yeşil ve kuru ot verimleri ahır gübresinden elde edilmiştir. Tek yıllık çimin bitki boyu en yüksek çiftlik gübresi, tavuk gübresi ve leonardit uygulamalarında, en düşük baklagillerle yapılan ikili karışımlarda belirlenmiştir. Otun HP, NDF, DMD ve ham kül oranları yapılan gübre uygulamalarında benzer olurken , HP, DMD miktarları ikili karışımlarda en yüksek olurken, NDF oranı düşük çıkmıştır. ADF oranı en yüksek ahır gübresinde çıkarken, en düşük yem bezelyesi ile yapılan ikili karışımda belirlenmiştir. ADL oranı istatistiki olarak önemli çıkmamıştır. Sonuç olarak, tek yıllık çimin verim ve kalite açısından çiftlik gübresi tavsiye edilebilir. Organik gübrelerin kimyasal gübrelerin yerine kullanılması hem çevre kirliliğinin önüne geçmesi hem de çiftlik atıklarının değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir.

TEŞEKKÜR

Denemede kullanılan biyolojik gübrenin(BM-MegaFlu) temin edilmesinde yardımcı olan Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI' ya teşekkür ederiz.

Bu makale ilk yazarın doktora tezinin bir bölümünden 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

- Adeli, A., Dabney, S.M., Tewolde, H., & Jenkins, J.N. (2017). Effects of tillage and broiler litter on crop productions in an eroded soil. *Soil Tillage Res.* 165,198–209.
- Anonim, (2022). *Tarımda işletmeler*, <http://www.tuik.gov.tr>
- AOAC, (1995). *Association of Analytical Chemists. Official Methods of Analysis*. 16th ed. Washington: AOAC International.
- Bedaso, N.H., Bezabih, M., Kelkay, T.Z., Adie, A., Khan, N.A., Jones, C.S., Mekonnen, K., & Wolde-meskel, E. (2022). Effect of fertilizer inputs on productivity and herbage quality of native pasture in degraded tropical grasslands. *Agron. J.* 114, 216–227.
- Çakmakçı, R. (2005). Bitki gelişimini teşvik eden Rizobakterilerin tarımda kullanımı. *Atatürk Üniv.Zir.Fak. Derg.* 36(1),97-107.
- Demiray, H.C. (Basımda). *Tek Yıllık Çim Yetiştiriciliğinde Organik Madde ve Azot Kaynaklarının Ot Verimi ve Kalitesi İle Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi*. [Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Diacono, M., & Montemurro, F. (2010). Long-term effects of organic amendments on soil fertility: A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30,401–422.
- Edmeades, D.C. (2003). The Long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: A review. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 66, 165–180.
- Ertekin, İ., Atış, İ., & Yılmaz, Ş. (2020). Bazı fiğ türlerinin yem verimi ve kalitesi üzerine farklı organik gübrelerin etkileri. *Mustafa Kemal Üniv. Tarım Bil. Derg.* 25(2), 243-255.
- Fayetörbay, D., Çomaklı, B., & Daşçı, M. (2014). Fosfor çözücü bakteri, fosforlu gübre ve tavuk gübresi uygulamalarının Macar fiğinde (*Vicia pannonica* Roth) tohum verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences* 20, 345-357.
- Göçmen, N., & Özaslan-Parlak, A. (2017). Yem bezelyesi ile arpa, yulaf ve tritikale karışım oranlarının belirlenmesi. *ÇOMÜ Zir.Fak.Derg.* 5(1),119-124.
- Kacar, B. (2020). *Sürdürülebilir Tarımda İnsan ve Hayvanlarda Fosfor*. Nobel Yayınevi, Ankara, 208 sy.
- Lal, R. (2006). Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands. *Land Degrad. Dev.* 209,197–209.
- Lal, B., Sharma, S.C., Meena, R.L., Sarkar, S., Sahoo,

- A., Balai, R.C., Gautam, P., & Meena, B.P. (2020). Utilization of byproducts of sheep farming as organic fertilizer for improving soil health and productivity of barley forage. *Environ. Manag.* 269,110765.
- Lee, Y.S., & Bartlett, R.J. (1976). Stimulation of plant growth by humic substances. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40(6), 876-879.
- Lithourgidis, A.S., Dordas, C.A., Damalas, C.A., & Vlachostergios, D.N. (2011). Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian J. Crop Sci.* 5,396-410.
- McRoberts, K.C., Parsons, D., Ketterings, Q.M., Hai, T.T., Quan, N.H., Ba, N.X., Nicholson, C.F., & Cherney, D.J.R. (2018). Urea and composted cattle manure affect forage yield and nutritive value in sandy soils of South-Central Vietnam. *Grass Forage Sci.* 73,132-145.
- Noorhanin, D., Halim, R.A., & Radziah, O. (2020). Dry matter yield and growth of mixed forage in corn-soybean intercropping systems affected by different fertiliser types. *Malaysian J. Soil Sci.* 24,83-93.
- Oddy, V.H., Robards, G.E., & Low, S.G. (1983). *Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber nitrogen content of a feed.* In Robards, G. E. and Packham, R. G. (eds). Feed Information and Animal Production. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK, pp. 395-398.
- Öztürk, E. (2010). *Organik mısır yetiştiriciliğinde farklı leonardit miktarlarının verim ve verim unsurlarına etkileri (Tez no 274958).* [Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Quilty, J.R., & Cattle, S.R. (2011). Use and understanding of organic amendments in Australian agriculture: A review. *Aust. J. Soil Res.* 49,1-26.
- Simić, A., Marković, J., Vučković, S., Stojanović, B., Bijelić, Z., Mandić, V., & Dželetović, Z. (2019). The use of different N sources for the treatment of permanent grassland and effect on forage quality. *Emirates J. Food and Agric.* 31(3),180-187.
- Strydhorst, S.M., King, F.R., Lopetin, K.J., & Neil Harker, K. (2008). Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin, or field pea. *Agron. J.* 100(1),182-190.
- Tadesse, K., Mekonnen, A., Admasu, A., Admasu, W., Habte, D., Tadesse, A., & Tilahun, B. (2018). Malting barley response to integrated organic and mineral nutrient sources in Nitisol. *Int. J. Recycling Org. Waste Agric.* 7,125-134.
- Tagoe, S.O., Horiuchi, T., & Matsui, T. (2008). Effects of carbonized and dried chicken manures on the growth, yield, and N content of soybean. *Plant Soil* 306, 211-220.
- Tamer, N., Başalma, D., Türkmen, C., & Namlı, A. (2016). Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 4(1), 11-21
- Türkmen, E. (2018). *Azotlu gübre kullanımını azaltmak amacıyla bazı baklagil yem bitkileri ile tek yıllık çimin yalın ve karışık ekimlerinin değerlendirilmesi (Tez no 523037).* [Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Van Soest, P.J. (1996). *Environment and Forage Quality.* In: Proceedings of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Ithaca, NY, pp.1-9.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., & Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 71, 3583-3597
- Yıldırım, S., & Özasan Parlak, A. (2016). Tritikale ile bezelye, bakla ve fiğ karışım oranlarının belirlenmesi. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg.* 4(1),77-83.
- Yolcu, H. (2010). Effects of Some Organic and Chemical Fertilizers on Yield and Morphologic Properties of Common Vetch in Spring Latest Frost Conditions. IV Organic Agriculture Symposium, 28 June-1 July 2010. Erzurum, Turkey.
- Yolcu, H. (2011). Application of cattle manure, zeolite and leonardite improves hay yield and quality of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under semiarid conditions. *Australian Journal of Crop Science.* AJCS 5(8), 926-931.
- Yolcu, H. (2014). Effect of applications of organic solid cattle manure on Hungarian vetch and barley intercropping mixtures grown on soils of different depths. *Grass Forage Sci.* 70, 428-438.
- Yolcu, H., Güllap, M.K., Yıldırım, M., Lithourgidis, A., & Deveci, M. (2016). Effects of organic solid cattle manure application on nutritive value of winter cereal forages. *J. Plant Nut.* 39(8),1167-1173.



Kışlık Ara Ürün Fiğ (*Vicia sativa* L.) Tarımında Farklı Organik Gübre Kaynaklarının Ot Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri

Fatma AKBAY^{1*}, Adem EROL², Mustafa KIZILŞİMŞEK³

^{1,2,3} Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

¹<https://orcid.org/0000-0002-0156-9974>, ²<https://orcid.org/0000-0002-3381-8402>, ³<https://orcid.org/0000-0002-0295-0603>

✉: ftm.akbay01@gmail.com

ÖZET

Sürdürülebilir tarım, çevre dostu üretim modellerini benimseyen, organik ve yeşil gübrelemeyi, münavebe sistemini, birlikte üretimi, ürünün kalitesini yükseltilmesi yanında yeterli miktarda ürün almayı da hedefleyen bir sistemdir. Bu çalışmada ekim nöbeti sisteminde öncü bitki olarak fiğ+tritikale karışım otu ve ana bitki olarak silajlık sorgum çeşitleri yetiştirilmiştir. Fiğ+tritikale karışımında tritikale bitkisi sadece fiğin yatmasına engel olmak amacıyla karışıma alınmış, bu nedenle ekimdeki payı %10 olmuştur. Çalışmada geleneksel yetiştiricilikte 8 kg da⁻¹ taban gübresi, gıdya 800 kg da⁻¹, solucan gübresi 400 kg da⁻¹, koyun gübresi 600 kg da⁻¹, tavuk gübresi 500 kg da⁻¹ ve sığır gübresi 700 kg da⁻¹ kullanılmıştır. Araştırma sonucunda sürdürülebilir fiğ+tritikale kaba yem yetiştiriciliğinde organik kaynaklı gübreler kullanılabileceği belirlenmiştir. Organik gübre kullanımı ile yemde bulunan NDF, ADF ve ADL oranının azalmasıyla sindirilebilirliğinin arttığı, ham kül ve ham protein içeriğinin olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, tavuk gübresi ve solucan gübresi uygulamasında toplam yeşil ot verimi ve toplam kuru ot veriminde en yüksek değer elde edilmiştir.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 26.12.2022

Kabul Tarihi : 21.03.2023

Anahtar Kelimeler

Ekim nöbeti
Karışık ekim
Organik gübre
Sürdürülebilir tarım

The Effects of Different Organic Fertilizer Use on Forage Yield and Quality in Winter Interval Crop Vetch (*Vicia sativa* L.)

ABSTRACT

Sustainable agriculture system includes environmentally friendly production models that recommend organic and green fertilization, crop rotation system, soil conservation, improving plant resistance to environmental factors. Vetch+triticale mixture was grown as the pioneer crop for main crop silage sorghum in the crop rotation system in order to achieve for production all over the vegetation period in the present study. Triticale plant was added 10% in vetch-triticale mixture due to prevent the vetch from lying down. Organic fertilizers applied for vetch+triticale mixture were applied as 800 kg da⁻¹ gyttja, 400 kg da⁻¹ vermicompost, 600 kg da⁻¹ sheep manure, 500 kg da⁻¹ cattle manure, and 700 kg da⁻¹ chicken manure, which are corresponding to traditional nitrogen application dose of 8 kg da⁻¹. As a result of the research, organic sourced fertilizers can be used in sustainable vetch + triticale forage production. It was determined that with the use of organic fertilizers, the digestibility of the forage increased with the decrease in the ratio of NDF, ADF and ADL, and the crude ash and crude protein content were positively affected. In addition, the highest values were obtained in total green forage yield and total hay yield with chicken manure and vermicompost.

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 26.12.2022

Accepted : 21.03.2023

Keywords

Crop rotation
Intercrop
Organic fertilizers
Sustainable agriculture

Atıf Şekli: Akbay, F., Erol, A., & Kızılşimşek, M. (2023). Kışlık Ara Ürün Fiğ (*Vicia sativa* L.) Tarımında Farklı Organik Gübre Kaynaklarının Ot Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (4), 835-844. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1224673>

To Cite : Akbay, F., Erol, A., & Kızılşimşek, M. (2023). The Effects of Different Organic Fertilizer Use on Forage Yield and Quality in Winter Interval Crop Vetch (*Vicia sativa* L.). *KSU J. Agric Nat* 26(4), 835-844. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1224673>

GİRİŞ

Geleneksel tarımda, yoğun kimyasal gübre kullanımı yanında, pestisit kullanımı ve aşırı toprak işleme gibi uygulamalar, toprakta çeşitli zararlı birikimlerin gerçekleşmesine, toprak sağlığının bozulmasına, verimliliğinin azalmasına ve diğer ekolojik kaynakların zarar görmesine neden olmaktadır. Benzer şekilde hayvancılık faaliyetlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan ahır gübreleri, özellikle de tavuk gübreleri, zaman zaman uygun olmayan şekillerde imha yoluna gidildiğinden çok ciddi bir çevre sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Geleneksel tarım uygulamaları ile, doğal kaynakların zarar görmesi ve bu şekilde bir uygulamanın sürdürülebilir olmadığı, tarım yapılırken ekolojik dengelere ve kurallara uyulması gerektiği, ekolojik kaynakların korunması veya zarar görmesinin azaltılması gerektiği düşünülmüş ve geleneksel tarımın tüm bu olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılmasına yönelik olarak “Ekolojik Tarım (Sürdürülebilir Tarım)” uygulamaları geliştirilmeye başlanmıştır (Soyergin, 2003). Sürdürülebilir Tarım, ekolojik sistemde hatalı uygulamalar sonucu kaybolan doğal dengeyi yeniden sağlamaya yönelik, çevre dostu üretim modellerini içinde bulunduran, organik ve yeşil gübrelemeyi, münavebe sistemini, toprağın muhafazasını, bitki direncini arttırmayı, ürünün kalitesini yükseltilmesi yanında yeterli miktarda ürün almayı da hedefleyen bir sistemdir (Karakurt, 2009).

Konu ile bağlantılı olarak Alagöz ve ark. (1996), ve Alyanak ve Filibeli (1987), hayvan barınaklarında uygun şekilde depolanamayan gübrenin, hem barınak içinde hem de dış ortamda büyük sorun oluşturduğunu bildirmiştir. Dünya nüfusunun hızla artması ve buna bağlı olarak et ve süt sığırcılığı, süt endüstrisi ve kümes hayvancılığın gelişmesi sonucunda hayvansal üretim tesislerinin oluşturduğu çevre kirliliği önemli ölçüde artmıştır (Sirohi & Michaelowa, 2004). Bu nedenle “sürdürülebilir çevre” ve “sürdürülebilir tarım” bir arada düşünüldüğünde hayvansal atıklar olan “gübre ve idrar”, tarım işletmelerinde belirli ölçülerde kullanıldığında, bir atık değil, bitkisel üretimi artırma ve çevre koruma amacıyla değerlendirilen bir organik madde olarak önem kazanmakta ve organik gübre olarak adlandırılmaktadır. Nitekim Ertekin ve Çakmakçı (2020), geleneksel tarım sistemlerine alternatif olarak yapılabilecek çevre dostu uygulamaların, tarımsal sistemlerde verimliliği de artırabileceğini bildirmişlerdir.

Bir diğer açıdan sürdürülebilir tarım ilkerinde baklagil bitkilerin ve baklagil yem bitkilerin ekim nöbeti sisteminde kullanılması oldukça önemlidir. Baklagil yem bitkilerinden biri olan fiğ bitkisi protein, mineral ve besin içerikleri yönünden oldukça zengin olması ve hayvan beslenmesinde kullanılması

nedeniyle oldukça önemlidir. Bununla birlikte, fiğ köklerinde bulunan *Rhizobium* cinsi bakteriler yardımıyla biyolojik azot fiksasyonunda yer aldığı (Avcıoğlu & Soya, 1977) ve kendisinden sonra yetiştirilecek bitkinin verimini önemli derecede arttırdığı bilinmektedir (Rushel, 1961).

Bu çalışmada, sürdürülebilir tarım ilkeleri kapsamında fiğ+tritikale-sorgum ekim nöbeti sisteminde farklı organik gübrelerin fiğ+tritikale karışımının ot verimi, yem değeri ve kalitesi üzerine etkilerini incelemek için gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL ve METOD

Çalışma 2019-2020 ve 2020-2021 yılları arasında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümüne tahsisli araştırma alanında çakılı deneme olarak yürütülmüştür. Deneme alanı 0-30 cm toprak derinliğinden alınan örneğin analizine göre, toprağın killi tınlı (70.4) yapıda, pH'ının 7.54 ile hafif alkali, tuzsuz, organik madde bakımından fakir, potasyum ve fosfor oranı bakımından iyi olduğu belirlenmiştir.

Fiğ+tritikale yetiştiriciliği 2019-2020 ve 2020-2021 yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri incelendiğinde, birinci yıl düşen toplam yağış miktarının (465.2 mm) ikinci yıl düşen toplam yağış miktarının (530.8 mm) uzun yıllara kıyasla (601.00) daha az olduğu Çizelge 1'de görülmektedir. Aynı çizelgeden sıcaklık değerleri incelendiğinde ortalama sıcaklığın birinci yıl 9.61°C olduğu, ikinci yıl ise 9.91°C olarak değiştiği ve ortalama sıcaklık değerinin uzun yıllara (9.28°C) kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Nispi yem değerinin birinci yıl %75.33 olduğu, ikinci yıl ise %73.22 oranının uzun yıllara (%66.62) kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Her iki yılda da fiğ+tritikale karışımı için düşen yağış miktarı, sıcaklık ve nispi yem değerinin yeterli olduğu söylenebilir.

Öncü bitki yetiştiriciliği kapsamında, tritikale çeşidi olarak Mehmetbey ve yaygın fiği çeşidi olarak Cumhuriyet-99 kullanılmıştır. Fiğ+tritikale karışımında tritikale bitkisi sadece fiğin yatmasına engel olmak amacıyla karışıma alınmış, bu nedenle ekimdeki payı %10 olmuştur. Dekara 11 kg fiğ ve 1.7 kg tritikale tohumluğu karıştırılmış ve elle serpmeye ekim yapılmıştır.

Öncü bitki hasadından sonra ana bitki olarak silajlık sorgum çeşitlerinin ekimi yapılmıştır. Dolayısıyla, araştırma Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak, ana parsellere organik gübre uygulamaları, alt parsellere ise sorgum çeşitleri gelecek şekilde düzenlenmiştir. Her alt parsel 5 m uzunluğunda ve bloklar arasında ise 2 m mesafe bırakılmıştır. Deneme alanı 19 m x 37.1 m= 704.9 m² alandan oluşmuştur.

Çizelge 1. Deneme yerinin ekim sezonlarına ve uzun yıllara ait iklim verileri
Table 1. Climatic data of the experimental site for the growing seasons

	Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)			Nispi Nem (%)		
	Precipitation (mm)			Temperature (°C)			Relative Humidity(%)		
	2019-	2020-	Uzun	2019-	2020-	Uzun	2019-	2020-	Uzun
	2020	2021	Yıllar	2020	2021	Yıllar	2020	2021	Yıllar
Kasım (November)	46.40	62.60	87.5	12.07	11.30	11.5	61.16	84.58	66.68
Aralık (December)	200.20	57.60	116.6	7.78	7.31	6.8	90.85	73.50	79.85
Ocak (January)	105.80	226.60	125.4	4.93	6.19	4.9	82.33	78.70	69.99
Şubat (February)	75.20	32.60	108.3	5.34	8.25	6.4	78.12	70.04	65.62
Mart (March)	4.60	135.20	93.4	12.04	10.13	10.6	74.63	69.03	60.00
Nisan (April)	33.00	16.20	69.8	15.47	16.29	15.5	66.10	63.49	57.59
Toplam/Ortalama (Total/Mean)	465.20	530.80	601.00	9.61	9.91	9.28	75.53	73.22	66.62

Çizelge 2. Organik gübrelerin fiziksel ve kimyasal içeriği ve uygulama dozları
Table 2. Physical and chemical content and application doses of organic fertilizers

Gübre Fertilizers	Saturasyon Saturation (%)	pH pH	Organik Madde Organic Matter (%)	Tuz Salt (%)	Potasyum Potassium (K ₂ O) (mg kg ⁻¹)	Fosfor Phosphorus (P ₂ O ₅) (mg kg ⁻¹)
Gıdy (Gyttja)	156.2	7.11	41.75	0.51	71	24
Solucan (Vermicompost)	279.84	6.54	49.05	0.38	12215	1385
Koyun gübre (Sheep manure)	192.5	7.89	37.37	0.43	22880	1172
Tavuk gübre (Chicken manure)	84.7	7.16	42.25	0.92	12475	1632
Sığır gübre (Cattle manure)	126.5	7.23	32.88	0.72	1062	58

Uygulama dozlarının belirlenmesinde ekonomik faktörler, uygulama kolaylığı ve kaynak materyale ulaşılabilirlik gibi faktörler de dikkate alınarak aşağıdaki dozların uygulanması benimsenmiştir. Çizelge 3'de verilen organik gübre uygulama

dozlarının 1/3'ü fiğ ekimi öncesinde, 2/3'ü ise silajlık sorgum ekimi öncesinde toprağa uygulanmıştır. Bu nedenle sorguma ait uygulama dozları da makalede yer verilmiştir.

Çizelge 3. Farklı gübre çeşitleri ve uygulama miktarları
Table 3. Different types of fertilizers and application doses

Gübreler Fertilizers	Fiğ+tritikale Vetch- Triticale				Silajlık Sorgum Silage Sorghum			
	Gübre Dozları Fertilizers Doses	N	P	K	Gübre Dozları Fertilizer Doses	N	P	K
Geleneksel gübre (Traditional N application)	8 kg da ⁻¹ 20-20-0 DAP	1.60	1.60	0.00	25 kg da ⁻¹ 20-20-0 DAP 25 kg da ⁻¹ AN (%33) Üst	13.25	5.00	0.00
Gıdy (Gyttja)	0.80 t da ⁻¹	11.10	0.02	0.06	1.60 t da ⁻¹	22.20	0.04	0.12
Solucan (Vermicompost)	0.40 t da ⁻¹	9.81	0.55	4.89	0.80 t da ⁻¹	19.62	1.10	9.78
Koyun gübre (Sheep manure)	0.60 t da ⁻¹	11.21	0.70	13.73	1.20 t da ⁻¹	22.42	1.40	27.46
Tavuk gübre (Chicken manure)	0.50 t da ⁻¹	10.56	0.82	6.24	1.00 t da ⁻¹	21.12	1.64	12.48
Sığır gübre (Cattle manure)	0.70 t da ⁻¹	11.50	0.04	0.74	1.40 t da ⁻¹	23.00	0.08	1.48

Örnekleme Yöntemi

Fiğ ve Tritikale bitki boyu için fiğ bitkisi %50 çiçeklenme dönemine ulaştığında her parsellerden rastgele seçilen 10 bitkide ölçüm yapılmış ve kaydedilmiştir. Her parselin tam ortasına 0.5 m²'lik alan biçilerek yeşil ot ağırlığı belirlenmiş ve değerler dekara çevrilerek hesaplanmıştır. Her parselden alınan ot örnekleri sabit ağırlığa gelinceye kadar gölgede kurutulmuş ve kuru madde oranları belirlenmiştir. Her parselin kuru madde oranları belirlendikten sonra o parselin yeşil ot verimi ile çarpılmasıyla toplam kuru ot verimi hesaplanmıştır (Ertekin ve ark., 2020).

Laboratuvar analizleri

Bitki türlerinin ham kül içerikleri ve azot içerikleri Kjeldahl metoduna göre belirlenmiş ve sonrasında 6.25 sayısı ile çarpılmıştır (AOAC, 1990). NDF ve ADF içerikleri Van Soest ve ark. (1991)'nin bildirdiği yonteme göre ANKOM back tekniği kullanılarak ANKOM A220 analiz cihazıyla (ANKOM Teknoloji, Fairport, NY) belirlenmiştir. ADL içeriği %72'lik H₂SO₄ çözeltinde beher aracılığıyla (ANKOM Teknoloji) belirlenmiştir.

$$\text{KMT} (\%) = 120/\text{NDF} (\%) \quad (1)$$

$$\text{SKM} (\%) = 88.9 - (0.779 \times \text{ADF} (\%)) \quad (2)$$

$$\text{NYD} = (\text{SKM} (\%) \times \text{KMT} (\%))/1.29 \quad (3)$$

İstatistik Analizler

Fiğ+tritikale karışımlarına ait elde edilen veriler SAS JMP 13.0 istatistik paket programında yılda tekrarlanan tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasında önemli çıkan farklılık LSD testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı organik gübrelerin uygulandığı fiğ bitkisi yetiştiriciliğinde, en yüksek bitki boyunun 95.68 cm ile koyun gübre uygulamasından elde edildiği, bu değeri tavuk gübresi (94.12 cm) ve geleneksel yetiştiricilik sisteminin (93.28 cm) izlediği Çizelge 3'de görülmektedir. En düşük bitki boyu ise gıda organik kaynaklı materyal (82.97 cm) ve sığır gübresi (81.95 cm) uygulamalarında saptanmıştır (P<0.001). Benzer şekilde, Gül ve ark. (2015), organik materyaller ile fiğ bitki boyunun arttırdığını ve bitki boylarının 54.6-66.7 cm arasında bildirmişlerdir. Buna karşılık Ertekin ve ark. (2020), organik gübrelerin (hayvan gübresi, leonardit ve zeolit) fiğ türlerinin bitki boyunda önemli bir değişikliğe neden olmadığını, fiğ bitki boyunun 117.83-120.89 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Araştırmacılar aynı zamanda organik fiğ yetiştiriciliğinde herhangi bir gübre kullanılmadan fiğ türlerinin ekonomik olarak yetiştirilebileceğini vurgulamışlardır. Çalışmalar arasındaki bu farklılık, kullanılan gübre çeşidi, dozu ve yetiştirilen bölgenin iklim özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, çalışmada yıllara bağlı olarak fiğ bitki boyunun değiştiği, ikinci yılda fiğ bitki boyunda bir azalma meydana geldiği saptanmıştır (P<0.001). Yıl x organik gübre interaksyonu açısından fiğ bitki boyu değerleri 71.97- 106.70 cm arasında değişiklik göstermiştir. Birinci yıl en yüksek fiğ bitki boyunun geleneksel yetiştiricilik sisteminden (106.70 cm) elde edilmesine rağmen, ikinci yıl geleneksel yetiştiricilik sistemi uygulamasında (79.87 cm) bitki boyunda bir düşüş yaşanmış ve en yüksek bitki boyunun koyun gübresi uygulamasından (100.23 cm) elde edildiği belirlenmiştir. Dolayısıyla burada etkili faktör gübreler olmuştur. Diğer bir ifadeyle, gübreler farklı yıllarda farklı tepkiler vermiştir (P<0.001). Bu durum organik gübrelerin yavaş salımlı gübreler olduğu, bu nedenle organik gübre etkinliğinin sonraki yıllarda daha belirgin olması ile ilişkilendirilebilir.

Çizelge 4. Farklı organik gübrelerin fiğ ve tritikale bitki boyu ortalama değerler üzerine etkisi

Table 4. The effect of different organic fertilizers on the average plant height values of Vetch and Triticale.

Gübre Çeşitleri Fertilizer Types	Fiğ Bitki Boyu (cm) Vetch Plant Height (cm)			Tritikale Bitki Boyu (cm) Triticale Plant Height (cm)		
	2019	2020	Ortalama Mean	2019	2020	Ortalama Mean
Geleneksel Yöntem (Traditional N application)	106.70 ^a	79.87 ^{fg}	93.28AB	109.13 ^a	85.93 ^{de}	97.53AB
Sığır Gübresi (Cattle Manure)	81.74 ^{efg}	82.17 ^{ef}	81.95C	78.05 ^e	97.07 ^{abcd}	87.56C
Koyun Gübresi (Sheep Manure)	91.13 ^{bcd}	100.23 ^{ab}	95.68A	107.67 ^a	101.43 ^{ab}	104.55A
Gıda (Gyttja)	93.97 ^{bcd}	71.97 ^g	82.97C	87.10 ^{cde}	85.50 ^{de}	86.60C
Tavuk Gübresi (Chicken Manure)	97.63 ^{abc}	90.60 ^{bcd}	94.12AB	97.07 ^{abcd}	93.43 ^{bcd}	95.25BC
Solucan Gübresi (Vermicompost)	89.53 ^{def}	85.00 ^{def}	87.27BC	99.70 ^{abc}	90.93 ^{bcd}	95.32BC
Ortalama (Mean)	93.45a	84.97b		96.55	92.38	
C.V (%)	6.67			8.00		
LSD	Y:4.14*** F: 7.16** YXF:10.13***			Y:ns F: 9.10** YXF:12.87**		

a,b,c: Values within a row with different superscripts differ significantly at P***P<0.001, **P<0.01, *P<0.05

Y:year, F: Fertilizer, YXF: Year x Fertilizer interaction, LSD: Least significance difference, C.V: Coefficient variation

a,b,c: Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık P***P<0.001, **P<0.01, *P<0.05 istatistiki olarak önemlidir

Y:yıl F:gübre YxF: Yıl x gübre interaksyonu, LSD: asgari önem farkı, CV: Varyasyon katsayısı

Organik gübrelere göre tritikale bitki boyunun 87.56-104.55 cm aralığında değiştiği, en yüksek değerin koyun gübresinden elde edildiği ve bu değeri geleneksel yetiştiricilik sisteminin izlediği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Gübre uygulamalarına göre en düşük değer sırasıyla sığır gübresi ve gıda uygulamalarında saptanmıştır (P<0.01). Takıl ve Olgun (2020), azot içeriği ve tritikale çeşitlerine göre bitki boyunun önemli derecede değiştiğini bildirmiştir. Eğritaş (2014), Ordu ekolojik koşullarında fiğ+tritikale karışım oranlarının çok önemli olduğunu, tritikale bitki boyunun 50F:50T ekim sisteminde 108.25 cm 75F:25T ise 101.9 rapor etmiştir. Dolayısıyla, %90F:%10T ekim sistemi kullanılan

çalışmada bitki boylarının düşük olması tritikalenin karışımdaki oranının az olması, tritikale çeşitlerine ve uygulanan gübrelerin azot etkinliğine bağlı olduğu söylenebilir. Birinci yıl en yüksek tritikale bitki boyu geleneksel yetiştiricilik sistemi ve koyun gübre uygulamasından elde edilmesine rağmen, ikinci yıl geleneksel yetiştiricilik sisteminde tritikale bitki boyunda bir azalış görülmüştür. Bununla birlikte sığır gübresi uygulanan parselde bitki boyları birinci yıl 78.05 cm ve ikinci yıl 97.07 cm olarak kaydedilmiştir (P<0.01). Dolayısıyla burada bir yıl x gübre interaksyonunun olduğu görülmektedir.

Çalışmada gübre kaynaklarına bağlı olarak yeşil ot veriminin 1535.86-2339.53 kg da⁻¹ arasında değiştiği,

en yüksek yeşil ot veriminin tavuk gübre uygulanan parsellerden elde edildiği ve bu değeri 2186.44 kg da⁻¹ ile solucan gübre uygulamasının izlediği tespit edilmiştir (Çizelge 5). İki yıllık ortalamalara göre en düşük yeşil ot verimi gıda organik kaynaklı (1721.02 kg da⁻¹) materyal ve sığır gübresi (1535.86 kg da⁻¹) uygulamalarında saptanmıştır (P<0.001). Toplam kuru ot ortalama verim değerlerini yıl (P<0.001), gübre (P<0.01) ve yıl x gübre interaksiyonun (P<0.05) istatistiki olarak etkilediği görülmektedir. Buna göre; toplam kuru ot veriminin gübre uygulamalarına göre 405.51-665.61 kg da⁻¹ arasında değiştiği, en yüksek toplam kuru ot veriminin solucan gübre uygulamasından elde edildiği ve bu değeri tavuk gübre

uygulamasının (620.82 kg da⁻¹) izlediği belirlenmiştir. Çalışmada en düşük toplam kuru ot verimi 405.51 kg da⁻¹ ile sığır gübre uygulamasında saptanmıştır. Yıllara göre toplam kuru ot veriminin 322.43-774.04 kg da⁻¹ aralığında değiştiği, ikinci yıl ot veriminin yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Çaçan ve ark. (2018), tarafından gerçekleştirilen çalışmada yıllara göre ot verimlerinin değiştiğini bildirilmişlerdir. Yeşil ot verimi ve kuru ot verimi değerlerinde organik gübrelerin etkinliğinin yıllara göre değiştiği, bu nedenle yıl x gübre interaksiyonun olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Yolcu (2011) ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 5. Farklı organik gübrelerin fiğ ve tritikale karışık yetiştiriciliği ot verimleri üzerine etkisi
Table 5. The effect of different organic fertilizers on vetch+triticale mixed forage yields.

Gübre Çeşitleri Fertilizer Types	Toplam Yeşil Ot Verimi (kg da ⁻¹) Total Green Forage Yield (kg da ⁻¹)			Toplam Kuru Ot Verimi (kg da ⁻¹) Total Hay Yield (kg da ⁻¹)		
	2019	2020	Ortalama Mean	2019	2020	Ortalama Mean
	Geleneksel Yöntem (Traditional N application)	1501.01 ^{def}	2417.00 ^b	1959.00C	349.29 ^e	740.87 ^{bc}
Sığır Gübresi (Cattle Manure)	1285.05 ^f	1786.67 ^{cd}	1535.86D	279.01 ^e	532.01 ^d	405.51D
Koyun Gübresi (Sheep Manure)	1619.03 ^{de}	2407.00 ^b	2013.02BC	344.26 ^e	769.95 ^{bc}	557.11ABC
Gıda (Gyttja)	1357.71 ^{ef}	2084.33 ^c	1721.02D	293.63 ^e	696.95 ^{cd}	495.30CD
Tavuk Gübresi (Chicken Manure)	1633.23 ^{de}	3045.83 ^a	2339.53A	358.14 ^e	883.49 ^{ab}	620.82AB
Solucan Gübresi (Vermicompost)	1384.71 ^{ef}	2988.17 ^a	2186.44AB	310.26 ^e	1020.90 ^a	665.61A
Ortalama (Mean)	1463.46 ^b	2454.83 ^a		322.43 ^b	774.04 ^a	
C.V (%)	9.22			17.81		
LSD	Y:125.56***F:217.47*** YXF:307.55***			Y:67.90***F:117.61** YXF:166.31*		

a,b,c Values within a row with different superscripts differ significantly at P***P<0.001, **P<0.01, *P<0.05

Y: Year, F: Fertilizer, YXF: Year x Fertilizer interaction, LSD: Least significance difference, C.V: Coefficient variation

a,b,c Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık P***P<0.001, **P<0.01, *P<0.05 istatistiki olarak önemlidir

Y:Yıl F:Gübre YxF: Yıl X Gübre interaksiyonu, LSD: Asgari önem farkı, CV: Varyasyon katsayısı

Farklı ekolojik koşullarda fiğ+tritikale karışımları ile yürütülen araştırmalarda (Keskin ve ark., 1996; Çil, 2000; Yıldırım & Özaslan Parlak 2016; İriç, 2019; Rajabı Khıabanı, 2020) ot verimlerinin oldukça geniş bir skalaya sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, El Amin ve Elagib (2001), yüksek verim elde etmede tavuk gübresinin kimyasal gübreye göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çiftçi (2019), ise fiğ+arpa yetiştiriciliğinde çiftlik, yarasa, solucan, tavuk ve güvercin gübrelerini uygulamış, sonuç olarak solucan gübresinin verimi arttırmada daha başarılı olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde hem yeşil ot hem de kuru ot verimi konusunda tavuk gübresi ve solucan gübresinin geleneksel yetiştiricilik ve diğer gübrelere göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Bu durum organik gübrelerin yavaş salınımlı gübreler olduğunu ve atıklardaki azotun yaklaşık %50'sinin ilk sezon bitkiye yararlı hale geçebileceği, bu nedenle geriye kalanın bir sonraki bitkiye elverişli hale gelmesi ile açıklanabilir (Nazlı, 2011).

Deneme faktörlerinin ve interaksiyonların ham protein oranlarına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 6). Gübre ortalamalarına göre ham protein oranları %15.94-19.35 arasında

değişirken, yıllara bağlı olarak ortalama değerler %17.61-18.61 arasında değişmiştir. Yıl x gübre interaksiyonuna bağlı olarak ham protein değerleri %14.91-20.55 arasında değişmiştir. İstatistiki olarak önemli bir farklılık gözlemlenmemiş, organik gübreler kullanımı ile bir miktarda olsa ham protein oranının geleneksel yetiştiricilik sistemine kıyasla arttığı görülmektedir. Yolcu ve ark. (2010), Gümüşhane ekolojik koşullarda yürütülen iki yıllık çalışmalarında, fiğ+arpa ekiminde farklı dozlarda katı, sıvı ve kombine sığır gübresinin ham protein oranını arttırdığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Yolcu (2011), Gümüşhane koşullarında bazı organik ve kimyasal gübrelerin adi fiğ (*Vicia sativa* L.) ham protein oranını arttırdığını tespit etmiştir. Buna karşılık Kaynar (2014), Erzurum'da yürüttüğü çalışmada tavuk gübresi ile adi fiğ yem içerisindeki ham protein oranının olumsuz etkilendiğini belirtmiştir. Fakat bu çalışmaların aksine Rajabı Khıabanı (2020), ham protein oranının organik materyallerden etkilenmediğini bildirmiştir. Ham protein oranı otun içerisindeki baklagil-buğdaygil oranına (Yıldırım & Özaslan Parlak, 2016), gübre çeşitlerine (Gül ve ark., 2015; Ertekin ve ark., 2020), gübrenin dozuna (Çimrin

ve ark., 2001; Karaca & Çimrin, 2002) ve bitkinin hasat edildiği döneme (Çaçan ve ark., 2018) bağlı

olarak değiştiği bilinmektedir.

Çizelge 6. Farklı organik gübrelerin fiğ+tritikale otunun ham protein ve ham kül oranlarına etkisi

Table 6. The effect of different organic fertilizers on crude protein and crude ash ratios of vetch-triticale (DM%)

Gübre Çeşitleri Fertilizer Types	Ham protein oranı (%) Crude Protein Ratio (%)			Ham kül oranı (%) Crude Ash (%)		
	2019	2020	Ortalama Mean	2019	2020	Ortalama Mean
Geleneksel Yöntem (Traditional N application)	14.91	16.97	15.94	7.67	8.55	8.10C
Sığır Gübresi (Cattle Manure)	17.65	20.55	18.59	8.76	9.97	9.36AB
Koyun Gübresi (Sheep Manure)	19.41	17.77	18.59	7.91	9.37	8.64BC
Gıyda (Gyttja)	16.64	18.50	17.57	8.00	11.51	9.75A
Tavuk Gübresi (Chicken Manure)	18.47	17.74	18.11	7.82	9.10	8.46BC
Solucan Gübresi (Vermicompost)	18.56	20.14	19.35	7.97	10.02	8.99ABC
Ortalama (Mean)	17.61	18.61		8.02b	9.75a	
C.V (%)	10.95			8.86		
LSD	Y:ns F:ns YXF: ns			Y:0.55***F: 0.95*YXF: ns		

^{a,b,c} Values within a row with different superscripts differ significantly at P***P<0.001, *P<0.05

Y: Year, F: Fertilizer, YXF: Year x Fertilizer interaction, LSD: Least significance difference, C.V: Coefficient variation, ns: non-significance

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir P***P<0.001, *P<0.05

Y:yıl F:gübre YxF: Yıl x gübre interaksyonunu, LSD: asgari önem farkı, CV: Varyasyon katsayısı, ns: önemli değil

Gübre ortalamalarına göre ham kül oranının %8.10-9.75 arasında değişim göstermiş ve en yüksek değer gıyda organik kaynaklı materyalden elde edilmiştir (Çizelge 6). Bu değeri %9.36 ile sığır gübresi ve %8.99 ile solucan gübresinin izlediği ve en düşük değer %8.10 ile geleneksel yetiştiricilik sisteminden elde edildiği belirlenmiştir (P<0.05). Çalışmada ikinci yıl (%9.75) elde edilen ham kül oranının birinci yıldan (%8.02) daha yüksek olduğu saptanmıştır (P<0.001). Araştırma, Rajabı Khıabanı (2020), tarafından bildirilen kentsel arıtma çamurunun fiğ+arpa karışımının ham kül oranını olumlu etkilediği raporuyla ve Ertekin ve ark. (2020) tarafından bildirilen ham kül içeriğiyle (%10.13-10.80) uyumludur.

Çizelge 7'de farklı organik gübre kullanımının fiğ+tritikale karışım otunun NDF, ADF ve ADL oranları üzerine etkisi verilmiştir. İki yıllık ortalama verilere göre, NDF değerlerinin %47.66-54.90 arasında değiştiği, en yüksek değer geleneksel yetiştiricilik sisteminden elde edildiği ve organik kaynaklı gübreler ile NDF oranlarının azaldığı (P<0.001) belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar organik gübre kullanımının NDF oranını azalttığını bildirmişlerdir (Yolcu ve ark., 2016, İriç, 2019). Buna karşılık Thalooh ve ark. (2015), NDF oranının organik gübre kullanımıyla arttığını belirtmişlerdir. Birçok araştırmacı da organik gübre kullanımı ile NDF oranının etkilemediğini saptamışlardır (Yolcu, 2011; Kaynar, 2014; Rajabı Khıabanı, 2020). Bununla birlikte, birinci (%46.43) yıldan elde edilen NDF değerinin ikinci (%55.42) yıla kıyasla daha düşük olduğu saptanmıştır (P<0.001).

NDF içeriği birçok faktöre göre değişebilmektedir. Erken hasat dönemlerinde (Akbay ve ark., 2020) ve baklagil oranlarının fazla tutulduğu karışımlarda

(Akbay ve ark., 2022) NDF içeriğinin daha düşük olduğu bilinmektedir. Yıllar arasındaki bu farklılık organik gübrelerin kuru ottaki baklagil ve buğdaygil miktarını etkileyebileceği ve kuru ottaki buğdaygil oranının artması ile ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte NDF oranının bitki çeşidine göre değiştiği Ertekin ve ark. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada belirlenmiştir. Çalışmalar arasında oluşan bu farklılığın kullanılan çeşidin, uygulama metodunun ve yetiştirme tekniklerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

ADF değerinin geleneksel yetiştiriciliğe kıyasla organik gübrelerle düştüğü (P<0.05) ve kullanılan organik gübrelerin istatistik olarak aynı önem grubunda yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 7). Yolcu ve ark.(2016), tarafından gerçekleştirilen çalışmada organik katı sığır gübresi (0, 10, 20 mg ha⁻¹) uygulamasının buğday, yulaf ve çavdar bitkilerinin ADF içeriğini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Benzer şekilde İriç (2019), geleneksel sisteme veya gübresiz yetiştiriciliğe göre uygulanan organik gübrelerin ADF içeriğini azalttığını saptamıştır. Buna karşın bazı araştırmacılar organik gübreleme ile ADF içeriğinin etkilenmediğini belirtmişlerdir (Kaynar, 2014; Rajabı Khıabanı, 2020). Fakat Yolcu ve ark. (2010), sığır gübresinin kontrole göre ADF içeriğini artırdığını belirtmişlerdir. Budaklı Çarpıcı ve Tunalı (2012), fiğ+tritikale karışımında azot ve fosfor dozlarının artmasıyla ADF içeriklerinin arttığını bildirmiştir. Bu kapsamda çalışmada saptanan ADF oranı ile bulgular Yolcu ve ark. (2010), Budaklı Çarpıcı ve Tunalı (2012) ve Rajabı Khıabanı (2020) tarafından bildirilen raporlarla benzerlik göstermezken, diğer araştırmacılar tarafından bildirilen raporlarla uyumlu olduğu belirlenmiştir.

ADL değerlerini yıl, gübre ve yıl x gübre interaksiyonları arasında oluşan farkın istatistiki olarak etkilemediği belirlenmiştir (Çizelge 7). ADL değerlerinin yıllara göre %6.73-7.27, gübrelere göre %6.50-7.74, yıl x gübre interaksiyonuna göre %5.69-8.41 arasında değiştiği belirlenmiştir. ADL oranları Haj Ayed ve ark. (2001), yaygın fiğde %9.3-9.9

arasında, Demir ve Keskin (2016), %6.02-10.63 arasında, Ertekin ve ark. (2020), %5.68-6.49 arasında değiştiği bildirmişlerdir. ADL oranları arasındaki bu farklılıkların kullanılan bitki materyallerindeki genotipik farklılık (Karlı ve ark., 2005), fiğ+tritikale karışım oranı, gübre çeşidi ve uygulama dozu farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 7. Farklı organik gübrelerin fiğ+tritikale otunun NDF, ADF ve ADL oranlarına etkisi

Table 7. The effect of different organic fertilizers on NDF, ADF and ADL ratios of vetch + triticale forage (DM%)

Gübre Çeşitleri Fertilizer Types	NDF (%)			ADF (%)			ADL (%)		
	2019	2020	Ortalama Mean	2019	2020	Ortalama Mean	2019	2020	Ortalama Mean
Geleneksel Yöntem (Traditional N application)	53.94 ^a	55.86 ^a	54.90A	31.61	36.14	33.87A	6.62	6.40	6.50
Sığır Gübresi (Cattle Manure)	36.76 ^e	55.57 ^a	47.66D	26.74	35.73	31.23B	5.69	7.55	6.61
Koyun Gübresi (Sheep Manure)	44.17 ^d	55.64 ^a	49.91C	27.15	35.86	31.51B	6.35	7.65	7.00
Gidya (Gyttja)	49.34 ^b	55.36 ^a	52.35B	27.78	35.50	31.64B	7.55	7.60	7.58
Tavuk Gübresi (Chicken Manure)	44.59 ^d	55.88 ^a	50.23C	26.91	36.08	31.9B	8.41	7.07	7.74
Solucan Gübresi (Vermicompost)	46.78 ^d	54.23 ^a	50.51C	27.86	34.40	31.12B	5.75	7.37	6.56
Ortalama (Means)	46.43 ^b	55.42 ^a		28.01 ^b	35.62 ^a		6.73	7.27	
C.V (%)	2.27			4.60			15.85		
LSD	Y: 0.80***F: 1.39*** YXF: 1.97***			Y: 1.02***F: 1.76* YXF: ns			Y: ns F: ns YXF: ns		

^{a,b,c} Values within a row with different superscripts differ significantly at P***P<0.001, *P<0.05

Y: Year, F: Fertilizer, YXF: Year x Fertilizer interaction, LSD: Least significance difference, C.V: Coefficient variation, ns: non-significance
NDF: Neutral detergent fiber ADF: Acid detergent fiber ADL: Acid detergent lignin

^{a,b,c} Aynı ve/veya farklı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık P***P<0.001, *P<0.05 istatistiki olarak önemlidir
Y:yıl F:gübre YxF: Yıl x gübre interaksiyonu, LSD: Asgari önem farkı, CV: Varyasyon katsayısı, ns: önemli değil
NDF: Nötr deterjan lif ADF: Asit deterjan lif ADL: Asit deterjan lignin

Fiğ+tritikale karışım otuna uygulanan gübreler ile kuru madde tüketiminin (KMT) %2.19 ile %2.59 arasında değiştiği belirlenmiş, en yüksek değer sığır gübresi uygulamasından elde edilmiştir (P<0.001). Koyun gübresi, tavuk gübresi ve solucan gübresi uygulanan parseller ise istatistiki olarak aynı grupta

yer almıştır. En düşük KMT değeri geleneksel yetiştiricilik sisteminden elde edilmiştir (Çizelge 8). Genel olarak ikinci yıl KMT değerlerinin düştüğü, bunun nedeni ise NDF değerinin artması ile açıklanabilir.

Çizelge 8. Farklı organik gübrelerin fiğ+tritikale otunun KMT, SKM ve NYD değerine etkisi

Table 8. The effect of different organic fertilizers on the DMI, DMM and RFV values of vetch+triticale

Gübre Çeşitleri Fertilizer Types	KMT (%)			SKM (%)			NYD		
	DMI (%)			DMM (%)			RFV		
	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.
	Mean			Mean			Mean		
Geleneksel Yöntem (Traditional N application)	2.23 ^e	2.15 ^e	2.19D	64.28	60.75	62.51B	110.93 ^d	101.44 ^e	106.18D
Sığır Gübresi (Cattle Manure)	3.02 ^a	2.16 ^e	2.59A	68.07	61.07	64.57A	159.26 ^a	102.28 ^e	130.77A
Koyun Gübresi (Sheep Manure)	2.72 ^b	2.16 ^e	2.44B	67.75	60.95	64.35A	142.75 ^b	102.11 ^e	122.43B
Gidya (Gyttja)	2.43 ^d	2.17 ^e	2.30C	67.26	61.25	64.25A	126.81 ^c	102.99 ^{de}	114.90C
Tavuk Gübresi (Chicken Manure)	2.69 ^b	2.15 ^e	2.42B	67.94	60.80	64.37A	141.95 ^b	101.26 ^e	121.61B
Solucan Gübresi (Vermicompost)	2.57 ^c	2.21 ^e	2.39B	67.20	62.11	64.65A	133.66 ^c	106.66 ^e	120.16BC
Ortalama (Mean)	2.61 ^a	2.17 ^b		67.08 ^a	61.15 ^b		135.89 ^a	102.79 ^b	
C.V (%)	2.51			1.77			3.97		
LSD	Y: 0.04*** F: 0.07*** YXF: 0.09***			Y: 0.79***F: 1.35* YXF: ns			Y: 3.27***F: 5.71*** YXF: 8.07***		

^{a,b,c} Values within a row with different superscripts differ significantly at ***P<0.001, *P<0.05

Y: Year, F: Fertilizer, YXF: Year x Fertilizer interaction, LSD: Least significance difference, C.V: Coefficient variation, ns: non-significance
DMI: Dry matter intake, DDM: Digestible dry matter, RFV: Relative feed value

^{a,b,c} Aynı ve/veya farklı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık ***P<0.001, *P<0.05 istatistiki olarak önemlidir
Y:yıl F:gübre YxF: Yıl x gübre interaksiyonu, LSD: asgari önem farkı, CV: Varyasyon katsayısı, ns: önemli değil
KMT: Kuru madde tüketimi, SKM: Sindirilebilir kuru madde, NYD: Nispi yem değeri

Sindirilebilir kuru madde miktarını gübre ($P<0.05$) ve yıl ($P<0.01$) faktörlerinin istatistiki olarak etkilediği, buna karşılık yıl x gübre interaksyonunun etkilemediği belirlenmiştir. Gübrelere göre SKM değerinin %62.51-64.65 arasında değiştiği, en düşük değer geleneksel yetiştiricilik sisteminden elde edildiği, organik kaynaklı gübreler ile SKM değerinin arttığı belirlenmiştir. İkinci yılda ADF oranının artmasına bağlı olarak SKM oranının düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 8).

Lithourgidis ve ark. (2006), NYD'ni yemlerin alımında ve enerji değerini tahmin etmede yararlanılan parametre olarak tanımlamışlardır. NYD hesaplanmasında fiğ-trikale otunun ADF ve NDF oranları kullanılmıştır. Bu nedenle ADF ve NDF oranındaki değişim NYD'nide etkilemiştir. Moore ve Undersander (2002), yonca otu için NYD'ni 100 olarak aldığını, Rohweder ve ark. (1978) ise NYD kalite sınıflarına göre 75'in altı 5 sırada, 75-86 4. sırada, 87-102 ise 3. sırada, 103-124 ise 2. sırada, 125-150 1. sırada kalite sınıflarında olduğunu bildirmişlerdir. Eğer NYD 150'nin üzerinde ise en iyi kalitede ot olduğunu bildirmişlerdir. Gübre uygulamalarına göre NYD değerinin 106.18-130.77 arasında değişim göstermiş, uygulanan organik kaynaklı gübreler ile NYD değeri artmış ve iyi kalitede yem elde edilmiştir ($P<0.001$). Başbağ ve ark. (2011), farklı fiğ türlerinde 133.14-175.77 arasında, Temel ve ark. (2015), adi fiğ çeşitlerine göre 121.75-149.90 arasında, Gürsoy ve Macit (2017), NYD 86.75-197.04 arasında, Sayar ve ark. (2018), 68.9-143.1, Ertekin ve ark. (2020), 114.00-123.67 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız araştırmacıların bulguları ile uyumludur.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarına göre koyun, tavuk ve solucan gübresinin sığır ve gıda organik kaynaklı materyale göre bitki boyu ve ot verimini daha fazla arttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, NDF ve ADF gibi sindirim parametrelerini önemli derecede düşürüp, NYD değerini ise önemli derecede yükseltmiştir. Öte yandan yem kalitesinde (ham protein ve ham kül) bir artış meydana gelmiştir. Sonuç olarak, organik kaynaklı gübreler ile sürdürülebilir fiğ+tritikale karışımının başarılı bir şekilde yetiştirileceği geleneksel yetiştiricilik sistemi uygulaması kadar verim alınabileceği belirlenmiştir. Fakat, organik gübreleri uygulamadan önce toprak analizi yapılmalı ve atılacak doza dikkatli bir şekilde karar verilmelidir. Bununla birlikte, benzer ekolojik koşullarda fiğ ve fiğ türleri yetiştiriciliğinde önerilen tavuk ve solucan gübresinin uygulandığı ve doz çalışmalarının yapıldığı çalışmalara gereksinim vardır. Özellikle tuz içeriği yüksek tavuk gübresi ile ilgili doz çalışmalarının yapılması, toprak analizleri ile desteklenmesi ve

tarıma kazandırılması büyük önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu makale YÖK 100/2000 projesi "Sürdürülebilir Tarım" öncelikli alan kapsamında hazırlanmıştır.

Bu makale Fatma AKBAY'ın doktora tezinden üretilmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Akbay, F., Günaydin, T., Arıkan S., Açığıöz H., & Kızıllımşek, M. (2022). Sürdürülebilir tarım ilkeleri kapsamında yem bezelyesi + serin iklim tahıllarının birlikte yetiştirilmesinin ot verimi ve silaj kalitesi üzerine etkileri. ISPEC 10th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development, Sivas, Türkiye, 18-19 July 2022, ss 854-864.
- Akbay, F., Kamalak, A., & Erol, A. (2020). Arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth) 'nun vejetatif dönemlerinin ot verimine, besin madde içeriğine ve metan üretimine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(4), 981-985.
- Alagöz, T., Kumova, Y., Atılğan, A., & Akyüz, A. (1996). Hayvancılık tesislerinde ortaya çıkan zararlı atıklar ve yarattığı çevre kirliliği üzerine bir araştırma. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu, Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı, Mersin Üniv. Müh. Fak., Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu, ss 441-448.
- Alyanak, İ., & Filibeli, A. (1987). tavuk çiftliği atıklarının çevre etkilerinin önlenmesi ve yararlı hale getirilmesi alternatifleri. Uluslararası Çevre 87 Sempozyumu, Bildiriler, İstanbul, Türkiye, ss 79-93.
- AOAC (1990) Official method of analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. pp. 66-68.
- Avcıoğlu, R., & Soya, H. (1977). Adi fiğ. Ege Üniv. Zir. Fak. Zootečni Derneği Yayınları, No: 5, İzmir
- Başbağ, M., Çağan, E., Aydın, A., & Sayar, M.S. (2011). Güneydoğu anadolu bölgesi doğal alanlarından toplanan bazı fiğ türlerinin ot kalite özelliklerinin belirlenmesi. 1. Ulusal Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, Eskişehir, Türkiye, 27-29 Nisan 2011, ss 143-151.
- Budaklı Çarpıcı, E., & Tunali, M. (2012). Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on the yield

- and quality of the hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) mixture. *African Journal of Biotechnology*, 11(28): 7208-7211.
- Çaçan, E., Kökten, K., Kaplan, M., & Yılmaz, H. Ş. (2018). Bazı adi fiğ hat ve çeşitlerinin (*Vicia sativa* L.) ot verimi ve ot kalitesi açısından değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1),47-61.
- Çiftçi, T. (2019). *Organik gübrelerin tritikale (Triticale spp) ve arpa (Hordeum vulgare) üzerine etkileri (Tez no 570576)*. [Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çil, N. A. (2000). *Diyarbakır koşullarında farklı azot ve fosfor dozlarının fiğ + tritikale karışımında ot verimi ve ot kalitesine etkileri*. [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çimrin, K. M., Karaca, S., & Bozkurt, M. A. (2001). Fiğ+ arpa karışımlarında gübrelemenin otun verim ve kimyasal kompozisyonuna etkisi. *Journal of Agricultural Sciences*, 7(04), 32-36.
- Demir, U., & Keskin, B. (2016). Sakız geveni (*Astragalus gummifer* L.)'nin yıllık besin içeriğinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi*, 6, 121-125.
- Eğritaş, Ö. (2014). *Ordu ekolojik koşullarında yetiştirilen yaygın fiğ+ bulguların karışımının ot verimi ve kalitesinin belirlenmesi (Tez no 382903)*. [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilimdalı] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- El Amin, & Elagib, M. A. (2001). Comparative study of organic and inorganic fertilizers on forage corn (*Zea mays* L.) grown on two soil types. *Qatar Univ. Sci. J.*, 21: 47-54.
- Ertekin, İ. & Çakmakçı, S. (2020). Effects of different rates of bacteria (*Rhizobium leguminosorum*) inoculated in seed on yield and some quality parameters of common vetch (*Vicia sativa* L.). *KSU J. Agric Nat* 23(2), 343-348.
- Ertekin, İ., Atış, İ., & Yılmaz, Ş. (2020). Bazı fiğ türlerinin yem verim ve kalitesi üzerine farklı organik gübrelerin etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 243-255.
- Gül, İ., Dumlu Gül, Z., & Tan, M. (2015). Yerli fiğ (*Vicia sativa* L.)'de kimyasal gübre, ahır gübresi ve bazı toprak düzenleyicilerin ot ve tohum verimine etkileri. *Iğdır Üniv. Fen Bil. Enst. Derg.* 5(1), 65-72.
- Gürsoy, E., & Macit, M. (2017). Erzurum ili çayır ve meralarında doğal olarak yetişen bazı buğdaygil yem bitkilerinin nispi yem değerleri bakımından karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3),309-317.
- Haj-Ayed, M., Gonzalez, J., Caballero, R., & Remedios-Alvir, M. (2001). Effects of maturity on nutritive value of fieldcured hays from common vetch and hairy vetch. *Anim. Res.*, 50(1),31-42.
- İriç, Ö. (2019). *Sürdürülebilir tarım ilkeleri kapsamında fiğ+tritikale karışımına tavuk altlığı uygulamasının ot verimi ve kalitesine etkileri (Tez no 535667)*. [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karaca, S., & Çimrin, K. M. (2002). Adi fiğ (*Vicia sativa* L.)+ arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımında azot ve fosforlu gübrelemenin verim ve kaliteye etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(1), 47-52.
- Karakurt, E. (2009). Toprak verimliliği yönünden yeşil gübreler ve gübreleme. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 18 (1-2),48-54.
- Karlı, M. A., Akdeniz, H., Levendoğlu, T., & Terzioğlu, Ö. (2005). Evaluation of The nutrient content and protein fractions of four different common vetch varieties. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 29, 1291-1297.
- Kaynar, D. (2014). *Tavuk gübresi, fosforlu gübre ve bacillus megaterium m-3 uygulamalarının adi fiğin ot ve tohum verimine etkisi*. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum. 126 s.
- Keskin, B., Yılmaz, İ., Deveci, M., Akdeniz, H., Andiç, N., Terzioğlu, Ö., & Andiç, C. (1996). Van kıraç şartlarında yetiştirilen bazı adi fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin verim ve adaptasyonu üzerine bir araştırma. *Türkiye*, 3, 17-19.
- Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dhima, K.V., Dordas, C.A., & Yiakoulaki, M.D. (2006). Forage Yield and quality of common vetch mixtures with oat and tritikale in two seeding ratios. *Field Crops Researches*, 99,106-113.
- Moore, J.E., & Undersander, D.J. (2002). Relative forage quality: an alternative to relative feed value and quality index. Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, 11-12 January, 16-32 ss.
- Nazlı, R.İ. (2011). *Sorghum x sudanotu melezi (Sorghum bicolor x Sorghum bicolor var. sudanense) tarımında bazı organik atıkların kullanım olanakları (Tez no 287113)*. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Rajabı Khiabani, S. (2020). *Kentsel arıtma çamurunun fiğ+arpa karışımının verimi ve kalitesi ile bazı toprak özelliklerine etkisi üzerinde araştırmalar*. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir. 96 s.

- Rohweder, D.A., Barnes, R.F., & Jorgensen, N. (1978). Proposed Hay Grading Standards Based on Laboratory Analyses for Evaluating Quality. *J Anim Sci*, 47, 747-759.
- Rushell, E.J. (1961). Soil conditions and plant growth. 9 Edition Jhon Wilwy and sons. New York.
- Sayar, M. S., Başbağ, M., & Çağan, E. (2018). Bazı buğdaygil bitki türlerinin yem kalite değerlerinin belirlenmesi ve biplot analiz yöntemi ile özelliklerarası ilişkilerin değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 27 (2): 92-101.
- Sirohi, S.. & Michaelowa, A. (2004). CDM Potential of Dairy Sector in India (No. 273). HWWA Discussion Paper.
- Soyergin, S. (2003). Organik tarımda toprak verimliliğinin korunması, gübreler ve organik toprak iyileştiricileri. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova
- Takıl, E., & Olgun, M. (2020). Farklı azot dozlarının, bazı tritikale (x *Triticosecale* Wittm.) çeşitlerinde verim ve verim unsurlarına etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 226-232.
- Temel, A., Keskin, B., & Yıldız, V. (2015). Iğdır ovası taban koşullarında adi fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin kuru ot verimi ve kalite özelliklerinin incelenmesi. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.*, 5(3), 67-76.
- Thalooth, A. T., Sary, G. A. L., El-Nagar, H. M., El-Kramany, M. Farouk., Kabesh, M. O., & Bakhom, G. S. H. (2015). Yield and quality response of ryegrass, egyptian clover and their mixtures to different sources of fertilizers. *Agricultural Sciences*, 6, 137-145.
- Van Soest, P. J., Robertson, J.B., & Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. of Dairy Sci.* 74 (10), 3583-3597.
- Yıldırım, S., & Özasan Parlak, A. (2016). Triticale ile bezelye, bakla ve fiğ karışım oranlarının belirlenerek yem verimi ve kalitesine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 77-83.
- Yolcu, H. (2011) The effects of some organic and chemical fertilizer applications on yield, morphology, quality and mineral content of common vetch (*Vicia sativa* L.). *Turk J. of Field Crops*, 16(2): 197-202.
- Yolcu, H., Gullap, M.K., Yildirim, M., Lithourgidis, A., & Deveci, M. (2016). Effects of organic solid cattle manure application on nutritive value of winter cereal forages. *J. Plant Nutr.*, 39(8), 1167-1173.
- Yolcu, H., Güneş, A., Daşçı, M., Turan, M., & Serin, Y. (2010). The Effects of solid, liquid and combined cattle manure applications on the yield, quality and mineral contents of common vetch and barley Intercropping Mixture. *Ekoloji*, 19(75), 71-81.



Sowing Date Effect on Some Agro-Morphological Characteristics of Maize (*Zea mays* L. *indentata*)

Cem Tufan AKÇALI^{1*}, Hüseyin GÖZÜBENLİ²

^{1,2} Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Antakya, HATAY

¹<https://orcid.org/0000-0002-5961-8513>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4799-5749>

✉: ctakcali@mku.edu.tr

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine some agricultural characteristics of maize (*Zea mays* L. *indentata*) grown in different sowing dates under irrigated Mediterranean conditions. The study was conducted in 2019 and 2020 in Hatay / Turkey, according to split-plots in randomized complete blocks design with three replications. Four different sowing dates (March 1, March 15, April 1, and April 15) were in the main plots and three different commercial hybrid maize cultivars (77MAY35, DKC6630, P2088) were in the sub plots. It was determined that as the sowing date is delayed, the time to reach physiological maturity was shortened and plant height, ear height, thousand kernel weight, biomass yield and grain yield values of cultivars were significantly affected by environmental conditions changing depending on sowing dates. There were no statistically significant differences in grain yield between sowing dates and mean values determined as 1164.8, 1079.0, 1077.5, and 1058.7 kg da⁻¹, in SD2, SD1, SD4, and SD3, respectively. It can be concluded that all of these varieties can be grown by sowing between March 1 and April 15 in regions with similar ecological conditions in the Mediterranean climate zone. Considering the fact that the aim in commercial production is to obtain the highest yield from the unit area, when evaluated in terms of grain yield, the second highest yielding sowing date (March 15) was chosen as the appropriate sowing date for our region.

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 27.05.2022

Accepted : 10.01.2023

Keywords

Maize

Sowing date

Biomass yield

Harvest index

Grain yield

Ekim Zamanının Mısırın (*Zea mays* L. *indentata*) Agro-Morfolojik Karakterleri Üzerine Etkisi

ÖZET

Çalışmada, Akdeniz sulu koşullarında farklı ekim tarihlerinde yetiştirilen mısırın (*Zea mays* L. *indentata*) bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma 2019 ve 2020 yıllarında Hatay / Türkiye'de tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana parsellerde dört farklı ekim tarihi (1 Mart, 15 Mart, 1 Nisan, 15 Nisan), alt parsellerde ise üç farklı ticari hibrit mısır çeşidi (77MAY35, DKC6630, P2088) yer almıştır. Ekim tarihi geciktikçe bitkilerin fizyolojik olgunluğa ulaşma süresinin kısaldığı ve çeşitlerin bitki boyu, koçan uzunluğu, bin tane ağırlığı, biokütle verimi ve tane verimi değerlerinin ekim tarihlerine bağlı olarak değişen çevre koşullarından önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir. Ekim tarihlerinin tane verimine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmazken ortalama değerler ikinci, birinci, dördüncü ve üçüncü ekim zamanlarında sırasıyla 1164.8, 1079.0, 1077.5 and 1058.7 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Akdeniz iklim kuşağında benzer ekolojik koşullar gösteren bölgelerde 1 Mart ve 15 Nisan tarihleri arasında ekim yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Ticari üretimin esas amacının birim alan başından yüksek verim almak olduğu düşünüldüğünde, tane verimleri yönünden değerlendirildiğinde, çalışmada en yüksek verim alınan ikinci ekim zamanı (15 Mart) bölgemiz için uygun ekim zamanı olarak seçilmiştir.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 27.05.2022

Kabul Tarihi : 10.01.2023

Anahtar Kelimeler

Mısır

Ekim zamanı

Biokütle verimi

Hasat indeksi

Tane verimi

Atf İçin : Akçalı, C.T. & Gözübenli, H., (2023). Ekim Zamanının Mısırın (*Zea mays* L. indentata) Agro-Morfolojik Karakterleri Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26 (4), 845-853. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1122173.
To Cite: Akçalı, C.T. & Gözübenli, H., (2023). Sowing Date Effect on Some Agro-Morphological Characteristics of Maize (*Zea mays* L. indentata). KSU J. Agric Nat 26 (4), 845-853. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1122173.

INTRODUCTION

Agricultural production is a very important and strategic sector for all countries, due to the increasing and diversifying food demands of humanity, its contribution to employment, exports and national income through agriculture-based industries, and its effects on biological diversity and ecological balance (Topal, 2010). Cereals make up the majority of agricultural production and are cultivated on an area of approximately 645 million hectares in the world and approximately 2.9 billion tons are produced. Maize was the most-produced cereal with approximately 1.15 billion tons in 2018 all over the world (FAO, 2020). In Turkey, it was the most-produced cereal after wheat and barley with 6 million tons in 2019 (TÜİK, 2020).

Serious changes in climate and environmental conditions in recent years cause global climate change to be discussed and researched frequently. Studies, predictions and simulations are frequently made about how plant production, which forms the basis of most of the essential needs of people to maintain their lives and provides the raw material, is and will be affected by these changing climatic and environmental conditions. Studies on climate change predict that temperatures will increase in the future and there will be significant differences in annual precipitation regimes. The agricultural sector and thus food production will be greatly affected by the changing climatic conditions (Senthilkumar et al., 2015). World agriculture remains highly dependent on climate resources, whether in developing or developed countries. Crop yield is affected by changes in climatic factors such as air temperature and precipitation, and by the frequency and magnitude of natural events such as drought, flood, hurricane, storm and hail (Alexandrov & Hoogenboom, 2000). Projected changes in the concentrations of atmospheric CO₂ and other greenhouse gases are expected to increase global air temperature by 2.5 °C to 4.5 °C by the end of this century. Although the increase in CO₂ provides some benefits to crop production, the increases in abiotic stress factors caused by rays such as heat waves and UVB poses difficulties for producers. Studies showed that South Africa may suffer a loss of approximately 30% in corn production by 2030 due to the global climate change (Singh et al., 2014).

The first effect of the increased temperature will appear as a decrease in yield and quality due to the shortened grain filling duration. Increasing temperature accelerates the grain-filling period, therefore yield and quality characteristics change. Although some production increases will occur due to the increasing temperature and carbon dioxide level,

real losses will occur due to excessive temperature and carbon accumulation and reduction in production areas in the following period (Mendelsohn, 2000). Depending on the changing climatic conditions, the effect of the environmental factors that the cultivated plants are exposed to during their cultivation, also changes. Therefore, the quality and yield values realized in plant production may be very different from the potential production. Since the climatic conditions cannot be intervened, the cultivation must be planned and carried out in accordance with these changing conditions.

The sowing date is one of the basic factors to determine the environmental conditions in which plants develop and grow. Due to differences in the maturation period and growing season of cultivars, the sowing date varies depending on regions and seasons (Tsimbaa et al., 2013). In order to obtain the highest grain and biomass yield in corn cultivation, it is critical that the corn be planted at the optimum time (Maresma et al., 2019). Changes in the sowing date of maize change the plant growth rate and the length of the phenological stages of the plant, resulting in changes in potential grain yield and yield components (Cirilo & Andrade, 1994). Due to the presence of both early maturing varieties of corn plant and late maturing varieties with a long vegetation period, producers should pay attention to the choice of varieties, especially in regions where more than one crop can be obtained per year (Koca & Ereku, 2011). Farmers who plant corn in the early period gain advantages such as the ability to grow high yielding corn hybrids due to the longer vegetation period, the physiological maturity of the plants without being affected by early autumn frosts, and drydown in the field. Thus, farmers can increase their profit margins by getting higher yields and saving on drying costs. However, early corn cultivation is restricted due to moist soil conditions and low soil temperatures (Gupta, 1985). In order to get a high yield from a unit area, a variety suitable for the climate and soil conditions of the region should be sown in the period when it can have the best development periods in the conditions of that region. Sowing time is the most important factor in revealing the yield potential of a variety (Turgut & Balcı, 2002).

The objective of the study was to evaluate how the sowing dates affect yield and some agro-morphological characteristics of maize.

MATERIAL and METHODS

Material

A two-year field experiment (2019-2020) was

conducted in Hatay / Turkey (36° 15'17.0 "N 36° 30'09.1"E). Three commercial maize hybrids in the same maturity group (FAO 700); P2088 (DuPont Pioneer), DKC6630 (Monsanto) and 77MAY35 (MAY) were used as plant material.

The soil of the experimental site was weak in organic matter (1.39%), slightly alkaline (pH 8.22), and calcareous (23.42%). Soil texture was clayey structure. Precipitation and temperature values of the experiment site are shown in Table 1.

Table 1. Long-years average temperature and precipitation values and the monthly average temperature, total precipitation, and average relative humidity values of the experimental years.

Çizelge 1. Uzun yıllar sıcaklık ve yağış ortalama değerleri ile deneme yıllarına ait aylık ortalama sıcaklık, toplam yağış ve ortalama nispi nem değerleri.

	Average Temperature (°C)			Average/Total Precipitation (mm)			Average Relative Humidity (%)	
	1940-2021	2019	2020	1940-2021	2019	2020	2019	2020
February	9.8	10.5	9.6	168.4	45.0	31.6	86.5	84.9
March	13.0	13.0	14.9	143.3	80.0	49.4	80.4	82.1
April	17.2	16.4	18.1	103.9	81.6	32.2	76.8	75.0
May	21.2	23.9	23.2	81.1	0.4	13.8	55.9	63.4
June	24.8	27.7	25.2	32.0	0.0	0.4	60.6	67.4
July	27.2	28.4	29.5	16.0	0.4	0.0	63.9	68.3
August	27.8	29.1	29.6	18.2	0.0	0.0	68.1	64.7
Average/Total	20.2	21.3	21.4	559.9	207.4	127.4	70.3	72.3

Hatay Meteorology Provincial Directorate, 2021.

In 2019, monthly average temperatures were higher than the long-term average, except for March and April. The monthly total precipitation amounts have been much lower than the long-years averages, especially since May. In 2020, monthly temperature averages were higher than the long-years averages, also were higher than the year before, except for May and June. The monthly total precipitation amounts were also far below the precipitation for long-years averages, and it was lower than in 2019, except for May. In the second year of the experiment, monthly average relative humidity was measured higher in May, June and July, lower in August, and closer in the other months compared to the first year.

Methods

Field experiment design was a split plot with three replications, where sowing dates (March 1, March 15, April 1 and April 15) were in the main plot and cultivars were in the sub-plots. Sowings were carried out manually in plots with 11 m length in 4 rows, 70 cm between intra-rows and 6 cm row, and then thinned to 18 cm in row. N, P₂O₅ and K₂O fertilizers applied at the rate of 100 kg ha⁻¹ before sowing. When the plants reached V6 stage, 150 kg ha⁻¹ N was applied as urea form. Irrigations were applied as drip irrigation. During the experiment, weed, disease and pest controls, cultural and chemical applications were performed when necessary. Plant height, ear height and stem diameter of 10 plant at the central rows of subplots were measured about two weeks after silking.

Biomass yields at physiological maturity were determined by drying 10 plants taken from each parcel until they reach to constant weight at 65 °C in an oven. Grain yields were measured by harvesting two central rows from each plot and by adjusting to 15% grain moisture.

The obtained data were subjected to analysis of variance according to split-plots in a completely randomized block design with three replications utilizing MSTAT-C statistical software. Differences in variance analysis results were grouped according to Duncan Multiple Range Test (p<0.05).

RESULTS and DISCUSSION

Durations of the Growth and Development Stages

The average numbers of days from sowing to plant emergence were 13.5, 10.5, 8.5 and 6.5 respectively. Also, tasseling periods shortened with the delaying of sowing dates and the average tasseling periods were 94, 84.5, 74 and 67.5 days respectively. The duration for physiological maturity decreased with delays in sowing dates, and average values were determined as 150.5, 144.5, 136 and 131 days, respectively (Table 2.). The decrease in days could be caused by increased temperature and photoperiod. Swanson & Wilhelm (1996) reported that the times to reach V4, V8 and V16 stages of plants were shortened by the delay of sowing dates. Sönmez et al. (2001) determined that the duration of physiological maturity was shortened by the delay of sowing dates and reported that this was

because the period of growth of late sown plants coincided with higher temperature of the air. Geren et al. (2003) reported that in late sowings, increased temperature and increased light intensity and duration create stress factors for plants, forcing plants to mature in a shorter time. Idikut (2013) reported that the rate of germination increases with increasing

temperature. The results obtained in our study coincide with these results.

Agricultural Characteristics

Data obtained from the research are shown in Table 3, Table 4, and Table 5.

Table 2. The average number of days from sowing to emergence, tasseling, and physiological maturity according to sowing dates (SD).

Çizelge 2. Ekim zamanlarına göre (SD) ekim tarihinden çıkışa, tepe püskülü çıkışına ve fizyolojik olgunluğa kadar geçen ortalama gün sayıları.

	SD1			SD2			SD3			SD4		
	2019	2020	Mean	2019	2020	Mean	2019	2020	Mean	2019	2020	Mean
Emergence	12	15	13.5	9	12	10.5	7	10	8.5	5	8	6.5
Tasseling	97	91	94	84	85	84.5	75	73	74	70	65	67.5
Physiological Maturity	154	147	150.5	141	148	144.5	139	133	136	135	127	131

SD1: March 1, SD2: March 15, SD3: April 1, SD4: April 15

Table 3. Mean values and Duncan groups of agricultural characteristics determined at sowing dates (SD) and cultivars.

Çizelge 3. Ekim tarihleri (SD) ve çeşitlerde belirlenen tarımsal özelliklerin ortalama değerleri ve Duncan grupları.

	Plant Height (cm)						Ear Height (cm)					
	2019		2020		Mean		2019		2020		Mean	
SD1	214.0±4.46	b	227.0±5.05	ab	220.3±3.60		a	88.4±1.74	b	101.7±2.37	a	95.1±2.16
SD2	212.3±4.70	b	230.2±6.92	a	221.2±4.60	a	83.7±2.45	b	102.6±1.72	a	93.1±2.72	b
SD3	208.7±5.61	b	205.6±4.19	c	207.2±3.42	b	87.4±1.70	b	85.8±1.86	c	86.6±1.23	c
SD4	243.0±6.22	a	213.2±5.34	bc	228.1±5.37	a	107.2±1.66	a	92.1±2.41	b	99.7±2.32	a
MEAN	219.5±3.43		218.9±3.11		219.2±2.30		91.7±1.80		95.6±1.56		93.6±1.20	
<i>S.L.</i>	*		***		**		**		**		***	
<i>C.V.</i>	6.48		4.73		5.68		6.66		6.17		6.41	
<i>LSD</i>	18.32		14.73		10.47		10.56		5.6		4.36	
77MAY35	227.4±5.28	x	232.8±4.28	x	230.1±3.37	x	90.9±2.89		96.5±2.85		93.7±2.07	
DKC6630	208.3±4.64	y	204.6±4.18	z	206.5±3.08	z	91.6±2.96		96.7±2.86		94.1±2.08	
P2088	222.8±6.71	x	219.3±4.50	y	221.0±3.97	y	92.5±3.70		93.6±2.49		93.0±2.18	
<i>S.L.</i>	*		***		***		ns		ns		ns	
<i>C.V.</i>	6.48		4.73		5.68		6.66		6.17		6.41	
<i>LSD</i>	12.31		8.95		7.31		ns		ns		ns	
	Stem Diameter (mm)						Kernel Weight (g)					
	2019		2020		Mean		2019		2020		Mean	
SD1	19.4±0.23		21.0±0.43		20.4±0.34			338.0±8.10		346.0±7.36	a	341.7±5.40
SD2	19.1±0.53		20.9±0.33		20.0±0.37		339.0±7.88		330.9±6.43	ab	335.0±5.03	ab
SD3	20.5±0.60		21.5±0.53		21.0±0.40		336.2±6.51		317.0±8.53	b	326.6±5.71	bc
SD4	20.8±0.26		21.0±0.16		21.0±0.15		319.3±6.71		317.6±8.35	b	318.5±5.20	c
MEAN	20.0±0.24		21.2±0.19		20.6±0.17		333.1±3.76		327.8±4.20		330.4±2.81	
<i>S.L.</i>	ns		ns		ns		ns		*		*	
<i>C.V.</i>	7.11		4.74		5.98		4.10		2.38		3.37	
<i>LSD</i>	ns		ns		ns		ns		18.37		12.83	
77MAY35	20.3±0.38		21.2±0.13		20.8±0.22		333.7±4.20	y	334.0±3.43	y	333.8±2.65	y
DKC6630	19.7±0.32		20.8±0.38		20.2±0.27		312.6±4.40	z	301.3±5.10	z	307.0±3.50	z
P2088	19.8±0.55		21.5±0.39		20.7±0.38		352.8±4.90	x	348.2±4.97	x	350.5±3.45	x
<i>S.L.</i>	ns		ns		ns		***		***		***	
<i>C.V.</i>	7.11		4.74		5.98		4.10		2.38		3.37	
<i>LSD</i>	ns		ns		ns		11.82		6.75		6.54	

SD1: March 1, SD2: March 15, SD3: April 1, SD4: April 15, *S.L.*: Significance Level; * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, ns: Non-Significant, *C.V.*: Coefficient of Variation, *LSD*: Least Significant Difference

a, b, c: Shows differences between sowing dates

x, y, z: Shows differences between hybrids

±SEM: Standard error of the mean

Table 4. Mean values and Duncan groups of agricultural characteristics determined at sowing dates (SD) and cultivars.

Çizelge 4. Ekim tarihleri (SD) ve çeşitlerde belirlenen tarımsal özelliklerin ortalama değerleri ve Duncan grupları.

	Grain Weight per Ear (g)			Biomass Yield (g m ⁻²)								
	2019	2020	Mean	2019	2020	Mean						
SD1	141.1±5.18	176.9±7.57	159.0±6.21	2245.4±63.83	b	2940.0±86.14	a	2592.7±98.99	a			
SD2	144.2±7.53	180.2±5.77	162.2±6.34	2205.2±63.28	b	2737.8±46.10	b	2471.0±74.81	b			
SD3	142.2±5.43	168.2±7.10	155.2±5.36	2277.2±150.74	b	2659.4±88.97	b	2468.3±96.73	b			
SD4	149.5±8.22	172.4±5.18	161.0±5.47	2596.9±59.21	a	2659.3±41.89	b	2628.1±35.99	a			
MEAN	144.3±3.26	174.4±3.19	159.4±2.89	2331.2±51.49		2748.9±38.40		2540.0±40.39				
<i>S.L.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	***		**		**				
<i>C.V.</i>	13.42	11.37	12.30	4.17		6.08		5.38				
<i>LSD</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	114.6		134.5		78.66				
77MAY35	139.04±5.54	169.97±5.35	154.51±4.96	2473.66±68.99	x	2730.6±86.05		2602.13±60.22	x			
DKC6630	151.16±4.98	175.50±4.32	163.33±5.82	2160.23±73.64	z	2694.1±55.94		2427.17±71.71	y			
P2088	142.59±6.23	177.81±6.84	159.34±2.89	2359.71±102.70	y	2822.0±52.47		2590.84±74.18	x			
<i>S.L.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	***		<i>ns</i>		***				
<i>C.V.</i>	6.66	6.17	6.41	4.17		6.08		5.38				
<i>LSD</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	84.16		48.22		80.37				
	Harvest Index (%)			Test Weight (kg hl ⁻¹)								
	2019	2020	Mean	2019	2020	Mean						
SD1	48.1±1.42	49.2±1.36	48.6±0.96	ab	77.0±0.96	76.0±0.78	76.5±0.62					
SD2	51.2±1.38	49.0±1.41	50.1±0.99	a	77.2±0.80	75.2±0.98	76.2±0.66					
SD3	53.0±0.93	48.3±1.85	50.7±1.51	a	77.5±0.98	75.3±0.87	76.4±0.70					
SD4	48.6±1.45	42.4±1.35	45.5±1.22	b	77.2±0.99	75.0±0.71	76.1±0.65					
MEAN	50.2±0.71	47.2±0.86	48.7±0.58		77.3±0.45	75.3±0.41	76.3±0.32					
<i>S.L.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>					
<i>C.V.</i>	5.24	6.40	5.82	1.49	0.98	1.26						
<i>LSD</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	3.29	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>						
77MAY35	48.7±0.82	y	51.6±1.25	x	50.1±0.79	x	80.0±0.18	x	77.1±0.17	x	78.5±0.32	x
DKC6630	53.4±1.10	x	44.8±1.19	y	49.1±1.19	x	74.1±0.29	z	72.1±0.27	y	73.1±0.28	z
P2088	48.6±1.27	y	45.2±1.21	y	46.9±0.93	y	77.8±0.44	y	76.8±0.19	x	77.3±0.25	y
<i>S.L.</i>	**	**	**	***	***	***	***	***				
<i>C.V.</i>	5.24	6.40	5.82	1.49	0.98	1.26						
<i>LSD</i>	2.27	2.61	1.66	0.99	0.63	0.65						

SD1: March 1, SD2: March 15, SD3: April 1, SD4: April 15, *S.L.*: Significance Level, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, *ns*: Non-Significant, *C.V.*: Coefficient of Variation, *LSD*: Least Significant Difference

a, b, c: Shows differences between sowing dates

x, y, z: Shows differences between hybrids

±SEM: Standard error of the mean

The effect of sowing dates and cultivars on plant height (PH) was found statistically significant in both years. In the first year of the experiment, the highest PH was determined as 243.0 cm in SD4, while in the second year was determined in SD2 as 230.2 cm. The average PH was determined as 219.2 cm. In both years, the cultivar with the highest PH was 77MAY35, while the cultivar with the lowest PH was DKC6630. Erbay (1986) and Turgut & Balcı (2002) reported that PH shortened by delaying in sowing time. Kaya et al. (2012) reported that PH was significantly affected by sowing times. Özata et al. (2013) reported that there are significant differences between cultivars in terms of PH, and these differences are largely due to genetic

factors. It has been stated by many researchers that the PH differs according to the year and it is affected by air temperature, humidity and precipitation (Turhal, 2010). According to these results, it can be concluded that the PH of corn varies according to environmental conditions and growing conditions in different regions.

As a result of the study, it was determined that sowing dates affected the ear height (EH) significantly, but the differences between the varieties were not statistically significant. The highest EH value was determined as 99.7 cm in SD4. The average EH was 93.6 cm. Sönmez (2000) determined the EH values varying between 91.6-109.8 cm and reported that the EH shortened

with the delay in sowing date. Alan et al. (2011) determined that the EH increased when the sowing time was delayed. Özata et al. (2013) reported that the height of the first ear is largely under the influence of genetic factors, as is the height of the plant, but it is

also affected by environmental factors. Turgut & Balci (2002) reported that increasing temperature values due to the delay in sowing times shortened the ear height.

Table 5. Mean values and Duncan groups of grain yield values determined at sowing dates (SD) and cultivars. *Çizelge 5. Ekim tarihleri (SD) ve çeşitlerde belirlenen tane veriminin ortalama değerleri ve Duncan grupları.*

	Grain Yield (kg da ⁻¹)		
	2019	2020	Mean
SD1	1082.0±57.50	1076.1±48.46 b	1079.0±36.23
SD2	1130.4±68.70	1199.3±39.22 a	1164.8±38.70
SD3	1189.5±29.98	927.9±34.66 c	1058.7±42.56
SD4	1129.3±58.82	1025.6±38.04 b	1077.5±38.29
MEAN	1132.8±27.37	1057.2±25.43	1095.0±19.60
<i>S.L.</i>	<i>ns</i>	**	<i>ns</i>
<i>C.V.</i>	<i>15.65</i>	<i>12.02</i>	<i>14.07</i>
<i>LSD</i>	<i>ns</i>	<i>87.83</i>	<i>ns</i>
77MAY35	1098.9±56.20	1043.7±50.36	1071.3±37.77
DKC6630	1157.2±36.69	1061.8±50.56	1109.5±33.38
P2088	1142.3±49.80	1066.1±32.49	1104.2±31.27
<i>S.L.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<i>C.V.</i>	<i>15.65</i>	<i>12.02</i>	<i>14.07</i>
<i>LSD</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

*SD1: March 1, SD2: March 15, SD3: April 1, SD4: April 15, S.L.: Significance Level; * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001, ns: Non-Significant, C.V.: Coefficient of Variation, LSD: Least Significant Difference*

*a, b, c: Shows differences between sowing dates, x, y, z: Shows differences between hybrids
±SEM: Standard error of the mean*

The effect of sowing dates and varieties on stem diameter (SD) was not statistically significant. However, the average values of the highest SD are determined in the last two sowing dates. The average SD was 20.6 mm.

While there were no significant differences between sowing dates in terms of kernel weight (KW) in 2019, these differences were found to be significant in 2020. While the average KW was determined as 330.4 g, it was determined that the KW decreased as the sowing date was delayed. Differences between the cultivars were found to be significant. The highest KW values were determined in P2088 (352.8 g and 348.2 g, respectively) and the lowest values in DKC6630 (312.6 g and 301.3 g, respectively) in both years. Each cultivar was included in a different group. In our study, it was observed that DKC6630 has a lower KW than the other varieties, especially in the last two sowing dates in 2020. The difference between sowing dates in 2020 is the result of this cultivar having a lower KW in the third and fourth sowing dates. In general, a decrease in KW occurred due to delayed sowing dates in both experimental years. This may have occurred due to the shortened grain filling duration caused by high air temperature. Kaya & Kuşaksız (2012) reported that sowing date and cultivars were important in terms of KW. Erbay (1986) reported that the KW decreased

with the delay of sowing date. It was determined that the cultivars gave different results in terms of KW in different growing regions. The results obtained from our study are in line with the literature.

While the differences between sowing times in terms of test weight (TW) were non-significant, the differences between cultivars were significant. In two-year average, 77MAY35 had the highest TW with 78.5 kg hl⁻¹, followed by P2088 with 77.3 kg hl⁻¹ and DKC6630 with 73.1 kg hl⁻¹. It has been reported that varieties may differ in terms of TW, the stress factors in the grain-filling process reduce the TW by preventing starch accumulation (Nielsen, 2018), and physical factors such as the shape, size, and density of the grain affect the TW (Rankin, 2009). The grain characteristics of the varieties included in our study are also different from each other. For these reasons, there were significant differences between cultivars used in the study.

While different sowing dates did not have a statistically significant effect on the number of kernels per ear (NKE), the differences between NKE determined in cultivars were found to be significant. When the average values are examined, it was observed that NKE increased as the sowing dates were delayed. In the first year of the experiment, the

average NKE was determined as 435.4, while in the second year, this value was determined as 534.3. Two-year average was 484.8. In the second year of the experiment, a general increase was observed in NKE compared to the first year. In terms of varieties, DKC6630 reached the highest value with 533.5, according to the average of two years, and took place in a different group from the other two varieties. This cultivar was followed by 77MAY35 and P2088 with 463.1 and 457.9, respectively. Since NKE is a value depending on the number of rows on the ear and the number of kernels in the row, each factor affecting these two parameters also affects the total number of kernels. Struik et al. (1986) reported that high temperature in the period from tassel emergence to grain formation increases the growth rate but shortens the pollination time, and as a result, the ear tip is negatively affected due to less pollen exposure. It was determined that a long photoperiod shortened the pollination period but increased the number of female spikelets and grains. It is thought that these factors are the reason why the number of kernels per ear determined in 2019 is lower than in 2020.

The differences between sowing dates and cultivars were non-significant in terms of kernel yield per ear (GWE). While the average GWE was determined as 144.3 g in 2019, it was determined as 174.4 g in 2020. The average grain yield was determined as 159.4 g per ear. Cesurer & Ünlü (2001) determined the average kernel yield per ear to be 175.1 g. Sönmez (2000) determined that the lowest KYE as 185.2 g, and the highest KYE as 216.0 g.

The effect of sowing dates and cultivars on biomass yield (BY) was found to be statistically significant. In the first year of trials, the highest BY value was obtained in SD4 with 2596.87 g m⁻². While other applications were in the same group, SD4 was in a different group. In 2020, the highest BY was determined in SD1 (2940.03 g m⁻²), which is in a different group from other sowing dates. The average BY was determined as 2540.0 g m⁻². While there were significant differences between the varieties in terms of total BY in 2019, these differences were found to be insignificant in 2020. According to the two-year average, the highest biomass yields were determined in 77MAY35 (2602.13 g m⁻²) and P2088 (2590.84 g m⁻²), which are in the same group, and the lowest in DKC6330 (2427.17 g m⁻²).

Although there were no significant differences in terms of harvest index (HI) between sowing dates over the years, this difference was found to be significant according to the two-year average. While there was an increase until SD3, the harvest index decreased in SD4. The average HI was determined as 48.7%. The differences between HI values of the cultivars were found to be statistically significant, and the highest HI value in 2019 was determined in the DKC6630 with

53.4%, which was in a different group. This cultivar was followed by 77MAY35 and P2088 with 48.7% and 48.6% values, respectively. In 2020, the highest HI value was determined with 51.6% in 77MAY35. When the two-year average values were examined, 77MAY35 was the cultivar with the highest harvest index with 50.2%. This was followed by DKC6630, which was in the same group with 49.1%. On the other hand, P2088 was in the different group with the lowest HI value of 46.9%. Hütsch & Schubert (2017) stated that stress factors such as extreme temperatures and limited water availability, diseases and pests can cause serious reductions in the harvest index by negatively affecting the reproductive development of plants, and that the harvest index in maize can be increased by reducing vegetative biomass and/or improving grain characteristics. Ion et al. (2015) reported that the harvest index differs according to varieties, climate and soil conditions, row spacing, plant density, previous crop and tillage, and higher harvest index values are obtained in more favorable soil and climatic conditions.

The effects of sowing dates and varieties on grain yield were found insignificant in 2019. The effect of sowing dates on grain yield was significant in 2020. Although the grain yield was not significant, the highest grain yield was determined in SD3 with 1189.5 kg da⁻¹ in 2019 and the lowest grain yield was determined in SD1 with 1082.0 kg da⁻¹. The average grain yield has been determined as 1132.8 kg da⁻¹ for 2019. The highest grain yield was determined in SD2 with 1199.3 kg da⁻¹, the lowest grain yield was determined in SD3 with 927.9 kg da⁻¹ in 2020. According to the two-year average, the highest yield was determined in SD2 with 1164.8 kg da⁻¹. This was followed by SD1, SD4 and SD3 with 1079.0 kg da⁻¹, 1077.5 kg da⁻¹ and 1058.7 kg da⁻¹, respectively. Bonelli et al. (2016) reported that with a delay in sowing date, grain yield may decrease by decreasing the number, size and activity of growing grains and/or by reducing the transfer of assimilated resources to the grain during grain filling period. Hunter et al. (1977) determined that the 'photoperiod x temperature' interaction has an important effect on the length of the grain filling period, the number of grains and the grain yield. In terms of varieties, differences between them in both years were statistically insignificant. When the average of the two years was examined, it was observed that the varieties give close values to each other. Although maize varieties used in the study were obtained from different companies, they were in the same maturity group (FAO700) and they showed similar responses to similar environmental conditions. Sönmez (2000) reported that the effect of sowing dates on grain yield is important and grain yield decreases with the delay of sowing time. Bollero et al. (1996) reported that soil temperature significantly affected corn yield, and

grain yield decreased due to the decrease in soil temperatures in the early growing season. White (1984) reported a significant increase in yield depending on increasing average temperature and day length. Erbay (1986) reported that grain yield decreased with delayed sowing time. Eşiyok & Bozokalfa (2005) determined that the growing time had a significant effect on yield. Law-ogbomo and Remison (2009) reported that the yield difference between early sowing and late sowing was due to the decrease in grain weight with the decrease in dry matter accumulation in the grain. Alan et al. (2011) reported that early sowing causes decreases in yield per decare. Abdala et al. (2018) found the effect of sowing date on maize yield non-significant but reported that the 'genotype x sowing time' interaction was important and different genotypes gave varying responses to different sowing times in terms of yield. According to these results in the literature, Lauer et al. (1999)'s opinion that there is an optimum sowing time for each region and sowing before or after this sowing time results in yield loss, was supported.

CONCLUSIONS

The study showed that average precipitations decrease, and average temperatures increase compared to long-term (years between 1940 and 2019) averages and these parameters vary greatly among years. Therefore, even if the plants are cultivated on the same periods, the environmental factors to which the plants were exposed have changed.

Although it was observed that there was approximately 45 days between the first sowing and the last sowing dates in the current study, this difference decreased to approximately 20 days in the physiological maturity period. Though the early sown plants remained in the field for a longer time, the differences between the grain yields were not significant. Delaying sowing dates reduced the number of days from sowing to emergence, tasseling and physiological maturity in maize. Late sowing shortened growing period and grain filling duration and cause low kernel weight due to decrease of assimilates transferred to the grain.

It can be concluded that all of these varieties used in this study can be grown by sowing between March 1 and April 15 in regions with similar ecological conditions in the Mediterranean climate zone. Considering the fact that the aim in commercial production is to obtain the highest yield from the unit area, when evaluated in terms of grain yield, the second highest yielding sowing time (March 15) was chosen as the appropriate sowing date for our region.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Hatay Mustafa Kemal University Coordinatorship of Scientific Research

Projects for supporting the Project 19.D.001 financially. This current study was a part of the PhD thesis of Dr. Akçalı.

Researchers Contribution Rate Declaration Summary

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

Conflicts of Interest Statement

The author declares no conflicts of interest.

REFERENCES

- Abdala, L.J., Gambin, B.L., & Borrás, L. (2018). Sowing Date and Maize Grain Quality for Dry Milling. *European Journal of Agronomy*, 92, 1-8.
- Alan, Ö., Sönmez, K., Budak, Z., Kutlu, İ., & Ayter, N.G. (2011). The Effect of Sowing Dates on Yield and Agricultural Characteristics of Sweet Corn (*Zea mays saccharata* Sturt) in Eskişehir Conditions. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 25(4), 34-41
- Alexandrov, V.A. & Hoogenboom, G. (2000). The Impact of Climate Variability and Change on Crop Yield in Bulgaria. *Agricultural and Forest Meteorology*, 104(4), 315-327.
- Bollero, G.A., Bullock, D.G., & Hollinger, S.E. (1996). Soil Temperature and Planting Date Effects on Corn Yield, Leaf Area and Plant Development. *Agronomy Journal*, 88, 385-390.
- Bonelli, L.E., Monzon, J.P., Cerrudo, A., Rizzalli, R.H., & Anrade, F.H. (2016). Maize Grain Yield Components and Source-Sink Relationship as Affected by the Delay in Sowing Time. *Field Crops Research*, 198, 215-225.
- Cesurer, L. & Ünlü, İ. (2001). Investigation of Same Morphology and Agricultural Character of Second Crop Hybrid Corn Cultivars in Different Location. *Journal of Science and Engineering*, 4(1), 138-149.
- Cirilo, A.G. & Andrade, F.H. (1994). Sowing Date and Maize Productivity. I. Crop Growth and Dry Matter Partitioning. *Crop Sci.*, 34, 1039-1043.
- FAO (2020). Food and Agriculture Organization, Statistical Databases. <http://www.fao.org/faostat/en>. (Accessed: 29 March 2021).
- Geren, H., Avcioğlu, R., Kır, B., Demiroğlu, G., Yılmaz, M., & Cevheri, A.C. (2003). Effect of Different Sowing Dates on the Yield and Quality Characteristics of Some Maize Cultivars Grown as Second Crop for Silage. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 40(3), 57-64.
- Gupta, S.C. (1985). Predicting Corn Planting Dates for Moldboard and No-Till Tillage Systems in the Corn Belt. *Agronomy Journal*, 77, 446-455.
- Hunter, R.B., Tollenaar, M., & Breuer, C.M. (1977). Effects of Photoperiod and Temperature on Vegetative and Reproductive Growth of Maize (*Zea Mays*) Hybrid. *Can. J. Plant Sci.*, 57, 1127-1133.

- Hütsch, B.W. & Schubert, S. (2017). *Harvest Index of Maize (Zea Mays L.): Are There Possibilities for Improvement?* In D.L. Sparks (Eds), *Advances In Agronomy*. Academic Press, 146:37-82, London.
- Ion, V., Dicu, G., Dumbravă, M., Temocico, G., Alecu, I.N., Băşa, A.G., & State, D. (2015). Harvest Index at Maize in Different Growing Conditions. *Romanian Biotechnological Letters*, 20(6), 10951-10960.
- İdikut, L. (2013). The Effects of Light, Temperature and Salinity on Seed Germination of Three Maize Forms. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 3(4), 246-253.
- Kaya, Ç. & Kuşaksız, T. (2012). Determination of Yield and Some Yield Components of Maize (*Zea Mays* L.) Cultivars Sown at Different Planting Times. *Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 22(2), 48.
- Koca, Y.O. & Ereku, O. (2011). The Determination of Performance of Some Hybrid Corn Varieties. *Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty*, 8(2), 41-45.
- Lauer, J.G., Carter, P.R., Wood, T.M., Diezel, G., Wiersma, D.W., Rand, R.E., & Mlynarek, M.J. (1999). Corn Hybrid Response to Planting Date in the Northern Corn Belt. *Agronomy Journal*, 91, 834-839.
- Maresma, A., Ballesta, A., Santiveri, F., Lloveras, J. (2019). Sowing Date Affects Maize Development and Yield in Irrigated Mediterranean Environments. *Agriculture*, 9(3), 67.
- Mendelsohn, R. (2000). Efficient Adaptation to Climate Change. *Climatic Change*, 45, 583-600.
- Nielsen, B. (2018). Corn Grain Test Weight. Pest & Crop Newsletter. <https://extension.entm.purdue.edu>. (Accessed: 06 January 2021).
- Özata, E., Geçit, H.H., Öz, A., & Ünver İkincikarakaya, S. (2013). Determination of Performance of Some Candidate Dent Corn under Main Crop Conditions. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech*, 3(1), 91-98.
- Rankin, M. (2009). Understanding Corn Test Weight. <https://fyi.extension.wisc.edu>. (Accessed: 06 January 2020).
- Singh, S.K., Reddy, K.R., Reddy, V.R., & Gao, W. (2014). Maize Growth and Developmental Responses to Temperature and Ultraviolet-B Radiation Interaction. *Photosynthetica*, 52(2), 262-271.
- Sönmez, F. (2000). The Effects of Different Sowing Times on Grain Yield and Yield Components in Some Corn Cultivars. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 17(1), 95-101.
- Sönmez, F., Ülker, M., & Çiftçi, V. (2001). A Study on the Effects of Sowing in Different Dates on Green Matter Yield and Some Characteristics of Some Corn Cultivars. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University* 18(1), 119-118.
- Struik, P.C., Doorgeest, M., & Boonman, J.G. (1986). Environmental Effects on Flowering Characteristics and Kernel Set of Maize (*Zea mays* L.). *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 34, 469-484.
- Swanson, S.P., Wilhelm, W.W. (1996). Planting Date and Residue Rate Effects on Growth, Partitioning and Yield of Corn. *Agronomy Journal*, 88, 205-210.
- Topal, R. (2010). Responsibilities of Agricultural Industry Towards the Society. *Trakya University Journal of Social Science*, 12(1), 1-31.
- Tsimbaa, R., Edmeades, G.O., Millner, J.P., Kemp, P.D. (2013). The Effect of Planting Date on Maize Grain Yields and Yield Components. *Field Crops Research*, 150, 135-144.
- Turgut, İ. & Balcı, A. (2002). The Effects of Plant Density and Different Sowing Dates on Fresh Ear Weight and some Agricultural Characters of Sweet Corn (*Zea mays saccharata* Sturt.) Grown Under Isparta Conditions. *Journal of Agricultural Faculty of Uludağ University*, 16(2), 79-91.
- TÜİK 2020. Turkey Statistical Institute. <https://biruni.tuik.gov.tr>. (Accessed: 24.07.2020).
- White, J.M. (1984). Effect of Plant Spacing and Planting Date on Sweet Corn Grown on Muck Soil in the Spring. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 97, 162-163.



The Impact of Morpho- and Onto-Genetic Variation on Essential Oil Profile of *Hypericum heterophyllum* Vent., an Endemic Species in Turkey's Flora

Belgin COŞGE ŞENKAL¹, Tansu USKUTOĞLU²

^{1,2}Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Yozgat Bozok University, Yozgat

¹<https://orcid.org/0000-0001-7330-8098>, ²<https://orcid.org/0000-0001-6631-1723>

✉: fatmaoker@gmail.com

ABSTRACT

The objectives of this research were to determine the variations in the amount and chemical composition of the herbage essential oil according to different harvesting periods, and the amount and composition of the dry capsule essential oil in *Hypericum heterophyllum*. The samples of herbage in four different growth stages as before flowering, beginning flowering, 50% of flowering, and full flowering and dry capsule in full maturity stage were taken from plants in a natural environment. The highest essential oil rate (0.09%) in the aerial parts was recorded before the flowering stage. Also, germacrene-D, δ -cadinene, spathulenol, and α -guaiene in herbage and germacrene-D, caryophyllene oxide, and α -guaiene in the dry capsule were determined as main components. The essential oil content and the components showed variations depending on the developmental stages of the plant and the part used.

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 08.03.2022

Accepted : 12.12.2022

Keywords

Flowering

Capsule

GC-MS

Germacrene-D

Türkiye Florasında Endemik Bir Tür Olan *Hypericum heterophyllum* Vent.'in Uçucu Yağ Kompozisyonuna Morfogenetik ve Ontogenetik Varyasyonun Etkisi

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, farklı hasat dönemlerine göre herba uçucu yağın miktar ve kompozisyonundaki değişimi ve *Hypericum heterophyllum*'da kuru kapsül uçucu yağın miktar ve kompozisyonunu belirlemektir. Bitkilerden çiçeklenme öncesi, çiçeklenme başlangıcı, %50 çiçeklenme ve tam çiçeklenme dönemi olmak üzere dört farklı büyüme dönemindeki herba, tam olgunluk döneminde ise kuru kapsül doğal ortamdaki bitkilerden toplanmıştır. Toprak üstü kısımlarda en yüksek uçucu yağ oranı (%0.09) çiçeklenme öncesi dönemde kaydedilmiştir. Ayrıca herbada germakren-D, δ -kadinen, spathulenol ve α -guaien, kuru kapsülde germakren-D, karyofillen oksit ve α -guaien ana bileşenler olarak belirlenmiştir. Uçucu yağ içeriği ve bileşenleri bitkinin gelişim evrelerine ve kullanılan kısma bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 08.03.2022

Kabul Tarihi : 12.12.2022

Anahtar Kelimeler

Çiçeklenme,

Kapsül

GS-MS

Germakren-D

Atıf Şekli: Coşge Şenkal, B., & Uskutoğlu, T., (2023) Türkiye florasında endemik bir tür olan *Hypericum heterophyllum* Vent.'in uçucu yağ kompozisyonuna morfogenetik ve ontogenetik varyasyonun etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (4), 854-860. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1084534>

To Cite : Coşge Şenkal, B., & Uskutoğlu, T., (2023) The impact of morpho- and onto-genetic variation on essential oil profile of *Hypericum heterophyllum* Vent., an endemic species in Turkey's Flora. *KSU J. Agric Nat* 26 (4), 854-860. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1084534>

INTRODUCTION

There are 482 *Hypericum* species distributed in different geographies of the world from the equatorial zone to the Nordic countries in the north (Mártonfi, 2006; Crockett & Robson, 2011; Cırak & Kurt, 2014). *Hypericum* species have been used in many parts of the world for many years because of their healing, bactericidal, diuretic, anti-inflammatory, and sedative effects (Cırak & Kurt, 2014). Especially, several extracts from *H. perforatum* L. are used as a drug in Europe (Brutovska et al., 2001). Turkey is an

important gene center in terms of *Hypericum* species and 49 of the 119 taxa are endemic (Guner et al., 2012). One of these endemics is *H. heterophyllum* Vent. which is a perennial, shrub form, and blooming in August. Its habitat is reported as *Pinus* woodlands (1200-1600 m altitude) (Anonymous, 2021). This species is known locally as "Yaraotu" in Turkey (Guner et al., 2012).

Secondary metabolites (essential oils, alkaloids, glycosides, steroids, saponins, resins, etc.) are invaluable effects phytochemicals (Baydar, 2013).

Hypericum species contain a large number of secondary metabolites of at least 11 different classes, including bisantraquinones, phloroglucinol derivatives, flavonoids, organic acids, essential oils, amino acids, xanthenes, tannins, procyanidins, and other water-soluble components (Greenson et al., 2001; Tanaka & Takaishi, 2006; Bal et al., 2022). However, Patocka (2003) refers to the pharmacological effects of *Hypericum* extracts to hypericin, flavonoids, and essential oils, which are hypericin and pseudohypericin, and phloroglucinol derivatives, with naphthodianthrones pigments. Hypericin and pseudohypericin are the naphthodianthrones derivatives, they are not phloroglucinol derivatives. Essential oils secreted by aromatic plants are stored in droplets in some specific metabolic cells and tissues such as secretion hairs, secretion channels, and resin channels (Baydar, 2013). They are obtained from different organs of plants such as leaves, flowers, and stalks. It is known that essential oils have various biological activities. The essential oil isolated from *H. heterophyllum* exhibited antifungal activity (Cakir et al., 2004). The aqueous extracts prepared from aerial parts of this species showed clastogenic and genotoxic effects in human lymphocytes cultures (Ocal & Eroglu, 2012). Furthermore, it was observed that *H. heterophyllum* had significant impact on several bacteria (*Bacillus* sp., *Esherichia coli*, *Klebsiella* sp., *Pseudomonas* sp., *Staphylococcus* sp., and *Salmonella* sp.) (Tanker et al., 1980; Akgoz, 2015). The contents of bioactive substances composed of secondary metabolites vary significantly depending on the plant's organs (morphogenetic variability), life cycles of the plant (ontogenetic variability), and harvest/collection time of the plant (ontogenetic variability) (Ramakrishna and Ravishankar, 2011; Baydar, 2013; Saha et al., 2016).

Therefore, the objectives of this research were to determine the variation in the amount and chemical composition of the herbage essential oil according to different harvesting periods, and the amount and composition of the dry capsule essential oil in *H. heterophyllum*, an endemic species. The data obtained from this research was determined for the first time for this species.

MATERIALS and METHODS

The aerial parts and dry capsules of *H. heterophyllum* were collected from the natural area (Study Area: Inside the Yozgat Bozok University Campus Area; Altitude: 1340 m; Locality: 9°46'48,04'' N-34°48'02,34'' E) in Yozgat/Turkey). According to the climate data of the area where plant samples were collected for many years, total precipitation was 562.5 mm, the average temperature was 9.1 °C, the average highest temperature was 14.6 °C, the average lowest temperature was 4 °C, average sunshine time was 82.0 h and the average number of rainy days was 113.5

(Anonymous, 2020). Identification of the plant sample (Herbarium number: BCF-1/2014) was performed in Biology Laboratory at Yozgat Bozok University/Turkey. Herbarium samples are kept in the Field Crops Department of the Faculty of Agriculture.

Plant Material

The aerial parts were collected in four different stages as before flowering (BF1, in May), beginning flowering (BF2, in June), 50% of flowering (50% F, in July), and full flowering (FF, in July). Dry capsules were collected in October. In the laboratory, seeds were removed from dry capsules. The samples weighed as 2 g were determined by moisture analyzers (MA 210.R, Radwag, Radom, Poland) for 15 min at 160 °C.

Capsule and Herbage Essential Oil Contents and Chemical Compositions

The amount of essential oil in herbage and dry capsule were determined by hydro-distillation method in the Clevenger device. An 100 g of sample for herbage and 50 g of sample for dry capsule were used. The samples were ground in the blender and 10 times distilled water was added and hydro-distilled for 3 h. The amounts of the essential oils (% v/w) were determined by volume over dry matter. The essential oils were taken into dark-coloured flasks and stocked at 4 °C in a refrigerator until they were analysed (Damyanova et al., 2016).

The chemical components of the essential oils from four collection times were defined by gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS) analyses (GC/MS-QP2010 Ultra, Shimadzu, Japan). The 0.1 mL oil sample was dissolved in 10 mL *n*-hexane and shaken vigorously. It was kept in the dark for 1-2 h. The sample was taken into vials and given to the device. The information about the chromatographic method is given below:

Column: RXI-5MS (0.25µm x 30m x 0.25mm); Scan range: 35-600 m/z; Split ratio: 30; Oven temperature: 60 °C for 1 min followed by a temperature rise at a 4 °C min rate to 250 °C (held for 4 min); Flow rate: 1.50 mL/min. The essential oil components were identified by comparing their mass spectra, retention indices, and relative to C₅-C₄₀ *n*-alkanes, the FFNSC 1.2 and W9N11.1 mass spectral library, and the literature (Babushok et al., 2011).

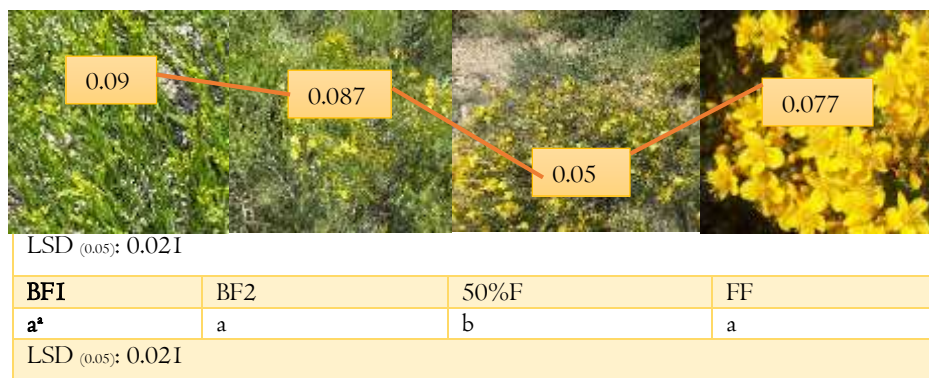
Statistical Interpretation

The numerical data were stated as means ± standard error of the mean. The amount of essential oil was made with three replications. Analysis of variance was performed using TARIST package program, and the means were compared using LSD test (p<0.05) (Acikgoz et al., 2004).

RESULTS and DISCUSSION

The aerial parts of *H. heterophyllum* were recorded to contain 0.090±0.01% (v/w), 0.087±0.006% (v/w), 0.050±0.00% (v/w), and 0.077±0.02% (v/w) essential oil for BF1, BF2, 50% F, and FF stages, respectively (Figure 1). The highest and lowest essential oil content

was obtained from BF1 and 50% F stage, respectively. According to Cirak et al. (2022) stated that component accumulation in essential oils is higher in *Hypericum androsaemum* and *Hypericum xylosteifolium* species during the before flowering and full flowering stages and these periods are the most suitable period for harvesting.



* Means followed by the same letter are not significantly different

Figure 1. The impact of different growth stages on the essential oil content of *H. heterophyllum* (%)

Şekil 1. Farklı büyüme aşamalarının *H. heterophyllum*'un uçucu yağ miktarına etkisi (%)

In term of essential oil contents, in the previous study, it was stated that hydrodistillation of the dried aerial parts of *H. heterophyllum* yielded 0.09% of the essential oil (Cakir et al., 2004). The amount of the essential oil from aerial parts of *H. aucheri* Jaub.&Spach, *H. montbretii* Spach, and *H. perforatum* L. was 0.28%, 0.22%, and 0.23% in the before flowering, 0.27%, 0.20%, and 0.33% in the beginning of flowering, 0.33%, 0.23%, and 0.37% in the full flowering, 0.02%, 0.03%, and 0.05% in the capsule during, respectively (Pasa, 2013). In the four *Hypericum* species, the highest essential oil ratio was obtained from the plants harvested in the full flowering period. In our study, the highest rate of essential oil was recorded in BF1, followed by BF2 and FF. It has been observed that the amount and composition of essential oil in *Hypericum* species show a wide variation according to the harvest time and the developmental periods of the plant (Guedes et al. 2004; Bertoli et al., 2011).

The chemical components of the essential oils of *H. heterophyllum* collected at four different developmental stages were given in Table 1. A total of 14, 12, 11, and 10 components representing 91.50%, 73.40%, 82.67%, and 71.61% of the total essential oils were detected in the BF1, BF2, 50%F, and FF stages, respectively.

In this study, germacrene-D, bicyclogermacrene, δ -cadinene, spathulenol, α -guaiene, and α -muurolene having significant biological activities were found to be the main components of essential oils obtained from different ontogenetic stages of *H. heterophyllum*. The highest concentrations of germacrene-D were recorded in the BF1, 50% F, and BF2 stages, respectively. This component showed a significant decrease by average 3

times in the FF stage. Bicyclogermacrene reached the maximum concentration in the BF1 stage. The amount of this compound reduced approximately to half in the 50% F and BF2 stages, and it was not detected in the FF stage. Although the highest amount of δ -cadinene was recorded in the FF period, similar rates were obtained in BF1 and 50%F stages. But a decrease of about 7% was observed in the BF2 stage. The highest ratio of spathulenol was recorded in the 50% F stage, followed by the BF2 stage. The lowest ratio was obtained from BF1 stage. The amount of α -muurolene being among the minor components in the BF1, BF2, and 50%F stages was found to be 9.76 % in the FF stage. α -Guaiene was detected only in the essential oil in the FF stage. Significant differences in the concentrations of the main components of *H. heterophyllum* essential oils were determined according to the developmental stages. A similar situation was observed in the minor components of the essential oil such as β -caryophyllene, α -humulene, aromadendrene, viridiflorol, globulol, salvial-4(14)-en-1-one, isospathulenol, t-muurolol, α -amorphene, and α -cadinol.

In the dry capsules, 0.087±0.015% (v/w) essential oil was acquired. In the obtained essential oil, 23 components were determined, and Germacrene-D had the highest value with 33.81% among these components. This component was followed by caryophyllene oxide (18.08%), β -caryophyllene (9.45%), α -cadinol (6.05%), and α -pinene (5.53%), respectively. Also, cadalene, phytol, phytone, α -bisabolol, β -pinene, and *n*-pentadecanol have been recorded as other important components (Table 1). No studies on the capsule essential oil content and composition of *H.*

heterophyllum have been found in the literature review. However, the essential oil obtained from immature and mature fruits of *H. androsaemum* L.

were 0.3% and 0.1%, respectively. A decrease in the amount of essential oil was recorded with the ripening of the fruits (Caprioli et al., 2016).

Table 1. The chemical components of *H. heterophyllum* essential oils

Çizelge 1. H. heterophyllum uçucu yağının kimyasal bileşenleri

Peak	Compounds	RI ^a	RI ^b lit. data	Area (%)					
				Dry Capsule	BF1	BF2	50%F	FF	
1	α -Pinene	MH	943	934	5.53	- ^c	-	-	-
2	α -Fenchene	MH	944	945	0.33	-	-	-	-
3	Camphene	MH	968	947	0.11	-	-	-	-
4	β -Pinene	MH	982	973	2.69	-	-	-	-
5	Myrcene	MH	990	983	0.23	-	-	-	-
6	Limonene	MH	1020	1023	0.63	-	-	-	-
7	<i>trans</i> - β -ocimene	MH	1035	1038	0.21	-	-	-	-
8	<i>trans</i> -Verbenol	OS	1132	1133	0.36	-	-	-	-
9	α -Copaene	SH	1375	1375	-	0.70	-	-	-
10	β -Cubebene	SH	1386	1383	-	1.04	-	-	0.58
24	δ -Gurjunene	SH	1405	1405	-	1.86	-	4.09	-
11	β -Caryophyllene	SH	1422	1419	9.45	4.07	2.18	3.08	1.77
12	α -Guaiene	SH	1438	1442	-	-	-	-	14.30
13	Aromadendrene	SH	1440	1439	-	-	1.89	2.29	-
14	α -Humulene	SH	1451	1449	1.27	2.04	1.37	1.86	-
15	Germacrene-D	SH	1478	1475	33.81	21.61	12.78	18.35	5.49
16	β -Selinene	SH	1488	1480	-	-	-	-	1.40
17	α -Muurolene	SH	1491	1491	0.79	4.21	4.12	1.70	9.76
18	Bicyclogermacrene	SH	1498	1498	1.11	12.55	6.81	7.66	-
19	δ -Cadinene	SH	1523	1513	-	19.57	12.54	19.21	20.20
20	Spathulenol	OS	1574	1566	1.25	11.08	17.48	18.22	13.17
21	Caryophyllene oxide	OS	1578	1570	18.08	-	-	-	-
22	Globulol	OS	1581	1578	-	-	3.74	-	-
23	Viridiflorol	OS	1590	1579	-	3.31	-	-	-
26	α -Muurolol	OS	1626	1626	1.38	-	-	-	-
25	Isospathulenol	OS	1633	1625	-	1.41	1.94	2.58	2.45
28	T-muurolol	OS	1642	1631	-	3.45	2.85	3.63	2.49
29	β -Eudesmol	OS	1649	1633	0.98	-	-	-	-
30	α -Cadinol	OS	1652	1640	6.05	4.60	5.70	-	-
31	Cadalene	SH	1665	1654	3.99	-	-	-	-
32	α -Bisabolol	OS	1680	1668	2.92	-	-	-	-
33	<i>n</i> -Pentadecanol	A	1770	1773	2.52	-	-	-	-
34	Phytone	D	1835	1840	2.92	-	-	-	-
35	Phytol	D	2098	2099	3.75	-	-	-	-
Monoterpene hydrocarbons (MH), %					9.73	-	-	-	-
Sesquiterpene hydrocarbons (SH), %					50.42	67.65	41.69	58.24	53.5
Oxygenated sesquiterpenes (OS), %					31.02	23.85	31.71	24.43	18.11
Alcohols (A), %					2.52	-	-	-	-
Diterpenes (D), %					6.67	-	-	-	-

^a Retention Index, ^b Retention Index literature data, ^c Not detected

In the study carried out by Cakir et al. (2004), in the essential oil of *H. heterophyllum*, 35 compounds, representing 99.4% of the total essential oil, were determined, and isocaryophyllene (17.1%), α -pinene (11.6%), δ -cadinene (9.5%), γ -muurolene (8.2%), γ -cadinene (5.5%), *n*-decane (5.8%), and β -caryophyllene (4.5%) were recorded as major compounds in this essential oil. Although there is a similarity between these findings and the present study, there are some

differences. Essential oil components have been reported to be affected by many intrinsic (genetic, plant origin, type of plant part, stage of development or seasonal sampling period, etc.) and extrinsic factors (environmental factors such as climate and habitat conditions, sowing date, cultivation conditions, and postharvest techniques such as drying methods and extractions, distillation time, and conditions of analysis) (Moghaddam and Mehdizadeh, 2017).

In terms of the effect of ontogenetic variability on essential oil components, the full flowering stage was more effective in *H. perforatum* L. and *H. aucheri* Jaub.&Spach. species (Pasa, 2013). The amount of essential oil and the changes in its chemical composition during ontogenesis are specific to each taxon (Németh, 2005). The findings from previous studies showed that there may be similarities and differences in its chemical composition and amount of essential oil of various species at different phenological stages of harvesting time in *Mentha aquatic* L. (Andro et al., 2013), *Origanum vulgare* L. (Chauhan et al., 2013), *Ocimum basilicum* L. (Lemberkovics et al., 1998), *Cuminum cyminum* L. (Moghaddam et al., 2015), and *Thymus capitatus* L. (Casiglia et al., 2015).

The timing of the harvest or collection of herbal crops is one of the most important factors affecting the quality of the essential oils obtained from them. The therapeutic properties of herbal drugs are related to the bioactive substances they contain. For this reason, the drug producer must, first of all, know the bioactive substance exchange of the medicinal and aromatic plant very well and gather the drug which is the richest of the active substances (Baydar, 2013). Essential oils are the most important of other volatile secondary metabolites derived from medicinal and aromatic plants. Therefore, obtaining high essential oil yields with the most desirable chemical compounds is very important for industrial purposes. The selection of appropriate phenological stage can be help researchers to fulfil this requirement (Afshari & Rahimmalek, 2018).

In this study, herbage essential oils are composed of sesquiterpene hydrocarbons and oxygenated sesquiterpenes, while capsule essential oils are composed of sesquiterpene hydrocarbons, oxygenated sesquiterpenes, alcohols, and diterpenes. Also, germacrene-D (antimicrobial and insecticidal), bicyclgermacrene (antimicrobial), δ -cadinene (antimicrobial), spathulenol (antimicrobial), and α -guaiene (anti-inflammatory) caryophyllene oxide (anticancer) determined in the essential oils are compounds that exhibit significant biological activities (Jovanovic et al., 2005; Schmidt et al., 2007; Mishra et al., 2011; Montanari et al., 2011; Pérez-López et al., 2011; Eldeen et al., 2016; Fidy et al., 2016).

CONCLUSION

Significant effects of different development periods on herbage essential oil rate and composition were determined. On the other hand, it has been determined that the chemical profiles of essential oils obtained from herbage and capsule are different. The chemical composition of essential oil in medicinal and aromatic plants is an important factor that determines quality. The amount and composition of essential oil contained in plants is an indicator of the economic value of that

product. Considering the change of bioactive substances in plants, it should be well known in which development period the plant will be collected/harvested. In this study, herbage essential oil was higher in before flowering and beginning flowering stages than other growth stages. Therefore, these two growth periods can be recommended as the most suitable harvest time for herbage essential oil. Also, this study is the first to examine the change in the essential oil profile of *H. heterophyllum*. Therefore, the findings obtained will form an important basis for future studies.

Conflicts of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

Researchers' Contribution Rate Statement Summary

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

REFERENCES

- Acikgoz, N., Ilker, E. & Gokcol, A. (2004). Biyolojik Araştırmaların Bilgisayarda Değerlendirilmeleri. Meta Basım, İzmir, 202 sy.
- Afshari, M. & Rahimmalek, M. (2018). Variation in Essential Oil Composition, Bioactive Compounds, Anatomical and Antioxidant Activity of *Achillea Aucheri*, an Endemic Species of Iran, at Different Phenological Stages. *Chemistry and Biodiversity*, 15(11), e1800319.
- Akgoz, Y. (2015). The Effects of *Hypericum* (Hypericaceae) Species on Microorganisms: A Review. *International Research Journal of Pharmacy*, 6, 390-399.
- Andro, A. R., Boz, I., Zamfirache, M. M. & Burzo, I. (2013). Chemical Composition of Essential Oils from *Mentha aquatic* L. at Different Moments of The Ontogenetic Cycle. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7, 470-473.
- Anonymous, (2020). Turkish State Meteorological Service. <https://www.mgm.gov.tr/forecast-cities.aspx>. (Accessed Date: 30.12.2020)
- Anonymous, (2021). Turkish Plants Data Service. <https://www.tubives.com>. (Accessed Date: 15.05.2021)
- Babushok, V. I., Linstrom, P. J. & Zenkevic, I. G. (2011). Retention Indices for Frequently Reported Compounds of Plant Essential Oils. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, 40, 1-47.
- Bal, A., Özen, H.Ç. & Tural Ertas, E. (2022). Effects of Different Concentrations of Foliar Applied Chitosan, Iron Oxide and Chitosan-Coated Iron Oxide Nanoparticles on the Secondary Metabolites of *Hypericum triquetrifolium* Turra. During Full Bloom. *KSU Journal of Agricultural and Natural* 25(4), 811-818. <https://doi.org/10.18016/ksutarim.doga.vi.882856>

- Baydar, H. (2013). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi. *Nobel Yayıncılık*, Isparta, 432 sy.
- Bertoli, A., Cirak, C., Leonardi, M., Seyis, F. & Pistelli, L. (2011). Morphogenetic changes in essential oil composition of *Hypericum perforatum* during the course of ontogenesis. *Pharmaceutical Biology*, 49(7), 741-751.
- Brutovska, R., Celarova, E. & Schubert, I. (2001). Cytogenetic Characterization of Three *Hypericum* Species by in Situ Hybridization. *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 46-50.
- Cakir, A., Kordali, S., Zengin, H., Izum, S. & Hirata, T. (2004). Composition and Antifungal Activity of Essential Oils Isolated from *Hypericum hyssopifolium* and *Hypericum heterophyllum*. *Flavour and Fragrance Journal*, 19, 62-68.
- Caprioli, G., Iannarelli, R., Cianfaglione, K., Fiorini, D., Giuliani, C., Lucarini D, ... & Maggi, F. (2016). Volatile profile, nutritional value and secretory structures of the berry-like fruits of *Hypericum androsaemum* L. *Food Research International*, 79, 1-10.
- Casiglia, S., Bruno, M., Scandolera, E., Senatore, F. & Senatore, F. (2019). Influence of Harvesting Time on Composition of The Essential Oil of *Thymus capitatus* (L.) Hoffmans&Link. Growing Wild in Northern Sicily and Its Activity on Microorganisms Affecting Historical Art Crafts. *Arabian Journal of Chemistry*, 12, 2704-2712.
- Chauhan, N. K., Sing, S., Haider, S. Z. & Lohani, H. (2013). Influence of Phenological Stages on Yield and Quality of Oregano (*Origanum vulgare* L.) Under the Agroclimatic Condition of Doon Valley (Uttarakhand). *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 75, 489-493.
- Cirak, C. & Kurt, D. (2014). *Hypericum* Species as Important Medicinal Plants and Their Usage. *Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 24, 38-52.
- Cirak, C., Seyis, F., Özcan, A. & Yurteri, E. (2022). Ontogenetic changes in phenolic contents and volatile composition of *Hypericum androsaemum* and *Hypericum xylosteifolium*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 102, 104429.
- Crockett, S. L. & Robson, N. K. B. (2011). Taxonomy and Chemotaxonomy of the Genus *Hypericum*. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 5, 1-13.
- Damyanova, S., Mollova, S., Stoyanova, A. & Gubenia, O. (2016). Chemical Composition of *Salvia officinalis* L. Essential Oil from Bulgaria. *Ukrainian Food Journal*, 5, 695-700.
- Eldeen, I. M. S., Mohamed, H., Tan, W. N., Siong, J. Y. F., Andriani, Y. & Tengku-Muhammad, T. S. (2016). Cyclooxygenase, 5-Lipoxygenase and acetylcholinesterase inhibitory effects of fractions containing, α -guaiene and oil isolated from the root of *Xylocarpus moluccensis*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10, 286-294.
- Fidyat K, Fiedorowicz A, Strzadala L, Szumny A 2016. β -caryophyllene and β -caryophyllene oxide-Natural Compounds of Anticancer and Analgesic Properties. *Cancer Medicine*, 5, 3007-3017.
- Greeson, J., Sanford, B. & Monti, D. A. (2001). St. John's Worth (*Hypericum perforatum*): a Review of the Current Pharmacological, Toxicological and Clinical Literature. *Psychopharmacology*, 153, 402-414.
- Guedes, A. P., Amorim, L. R., Vicente, A. & Fernandes-Ferreira, M. (2004). Variation of the essential oil content and composition in leaves from cultivated plants of *Hypericum androsaemum* L. Phytochemical Analysis. *International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 15(3), 146-151.
- Guner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babac, M. T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, İstanbul, 1290 sy.
- Jovanovic, T., Kitic, D., Palic, R., Stojanović, G. & Ristic, M. (2005). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Acinos arvensis* (Lam.) Dandy from Serbia. *Flavour and Fragrance Journal*, 20, 288-290.
- Lemberkovics, É., Kéry, Á., Marczal, G., Simándi, B. & Szőke, É. (1998). Phytochemical Evaluation of Essential Oils, Medicinal Plants and Their Preparations. *Acta Pharmaceutica Hungarica*, 68, 141-149.
- Mártonfi, P., Repčák, M. & Mártonfiová, L. (2006). Secondary Metabolites During Ontogenetic Phase of Reproductive Structures in *Hypericum maculatum*. *Biology*, 61, 473-478.
- Mishra, D., Joshi, S., Sah, S. P., Dev, A. & Bisht, G. (2011). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential oils of *Senecio rufinervis* DC. (Asteraceae). *Indian Journal of Natural Products and Researches*, 2, 44-47.
- Moghaddam, M. & Mehdizadeh, L. (2017). Soft Chemistry and Food Fermentation. United Kingdom, Academic Press, 521 sy.
- Moghaddam, M., Miran, S. N. K., Pirbalouti, A.G., Mehdizadeh, L. & Ghaderi, Y. (2015). Variation in Essential Oil Composition and Antioxidant Activity of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Fruits During Stages of Maturity. *Industrial Crops and Products*, 70, 163-169.
- Montanari, R. M., Barbosa, L. C. A., Silva, C. J., Carvalho, L. S. & Andrade, N. J. (2011). Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils from Verbenaceae species: Alternative sources (E)-caryophyllene and gemacrene-D. *Química Nova*, 34, 1550-1555.

- Németh, É. (2005). Changes in Essential Oil Quantity and Quality Influenced by Ontogenetic Factors. *Acta Horticulturae*, 675, 159-165.
- Ocal, A. & Eroglu, H. E. (2012). Genotoxic Effects of *Hypericum heterophyllum* Vent. In human lymphocytes cultures. *Advancements in Life Sciences*, 2, 65-67.
- Pasa, C. (2013). *A Research on Determination of Diurnal, Ontogenetic and Morphogenetic Variations of Essential Oil Content and Composition in some Hypericum species growing wild in Ida*. (Tez no:328286). [Phd Thesis, Tekirdağ Namık Kemal University], Council of Higher Education Thesis Center.
- Patočka, J. (2003). The Chemistry, Pharmacology, and Toxicology of the Biologically Active Constituents of the Herb *Hypericum perforatum* L. *Journal of Applied Biomedicine*, 1, 61-73.
- Pérez-López, A., Cirio, A.T., Rivas-Galindo, M., Aranda, R.S. & Waksman de Torres, N. (2011). Activity against *Streptococcus pneumonia* of the essential oil and δ -cadinene isolated from *Schinus molle* fruit. *Journal of Essential Oil Research*, 23, 25-28.
- Ramakrishna, A. & Ravishankar, G.A. (2011). Influence of Abiotic Stress Signaling on Secondary Metabolites in Plants. *Plant Signaling and Behavior*, 6, 1720-1731.
- Saha, S., Dey, T., Adhikari, S., Mukhopadhyay, S., Sengupta, C. & Ghosh, P. (2016). Effects of Plant Growth Regulators on Efficient Plant Regeneration Efficiency and Genetic Stability Analysis from Two *Ocimum tenuiflorum* L. Morphotypes. *Rendiconti Lincei-Scienze Fisiche E Naturali*, 27, 609-628.
- Schmidt, J.M., Noletto, J.A., Vogler, B. & Setzer, W.N. (2007). Abaco Bush Medicine: Chemical Composition of the Essential Oils of Four Aromatic Medicinal Plants from Abaco Islands, Bahamas. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 12, 43-65.
- Tanaka, N. & Takaishi, Y. (2006). Xanthones from *Hypericum chinense*. *Phytochemistry*, 67, 2146-2151.
- Tanker, N., Gurturk, S. & Kol, U. (1980). Antibiyotik Aktivite Gösteren Bazı Tohumlu Bitkiler üzerinde Araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 10, 17-29.

Evaluation of Agronomic Traits and Allele Specific DNA Markers Related to Some Disease and Quality Traits in Mutant Karakılçık M₄ Individuals

İlker YÜCE¹, Ziya DUMLUPINAR^{2*}

¹Sivas University of Science and Technology, Faculty of Agricultural Science and Technology, Department of Plant Production and Technologies, Sivas, Türkiye, ²Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Agriculture Faculty, Agricultural Biotechnology Department, Kahramanmaraş, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-9761-3561>, ²<https://orcid.org/0000-0003-3119-6926>

✉: zdumlupinar@ksu.edu.tr

ABSTRACT

Karakılçık (KK) is a landrace, of which both bread and durum wheat forms exist. This is the first study that reports mutation induction and detection with agronomic traits and allele specific markers on KK durum wheat landrace. In the study, KK landrace was induced with chemical mutation using sodium azide (NaN₃) (3 mM) mutagen to improve agronomic traits. In the research, KK genotype and the 13 M₄ individuals (KK-1 to KK-13) were used as plant materials. According to the results, the shortest mutant genotype was KK-10 (125.80 cm), with the highest protein ratio (18.50%) and wet gluten ratio (37.10%), while KK-9 genotype had the highest grain yield (4285.6 kg ha⁻¹). The average polymorphism information content (PIC) was calculated as 0.97, while the average allele number was 15.2 per marker. *Glu-B1* (Bx7^{OE} primer) allele was determined on KK-11 and KK-13 genotypes. *Wx-A1* allele was found on KK-1, KK-2, KK-4, KK-5 and KK-7 genotypes. *Sr49* allele (Sun209) was determined on KK-5 genotype, while *Yr45* allele (Xwgp118) was detected on KK-10 genotype. In addition, the high protein content allele *Gpc-B1* (UHW89 primer) was found on KK-1, KK-2, KK-3 and KK-4 genotypes. Based on the principal component biplot analysis, it was determined that there was a positive relationship between grain yield (GY) with test weight (TW), grain number and weight per spike (GNS and GWS), and negative relationship with the other traits.

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 24.05.2022

Accepted : 27.02.2023

Anahtar Kelimeler

Karakılçık

Landrace

Agronomic traits

Principal components

Chemical mutation

Mutant Karakılçık M₄ Bireylerinde Agronomik Özellikler, Bazı Hastalık ve Kalite Özellikleri ile İlişkili Allellerin DNA Markörleri ile Saptanması

ÖZET

Karakılçık (KK), hem ekmeklik hem de makarnalık buğday formları bulunan yerel bir çeşittir. Bu, yerel KK makarnalık buğday çeşidinde agronomik özellikler ve allel spesifik markörler ile mutasyon tespitini bildiren ilk çalışmadır. Çalışmada, agronomik özellikleri iyileştirmek için sodyum azid (NaN₃) (3 mM) mutajeni kullanılarak kimyasal mutasyon ile yerel KK çeşidi muamele edilmiştir. Araştırmada bitki materyali olarak KK genotipi ve 13 M₄ bireyi (KK-1 ila KK-13) kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek protein oranı (%18.50), yaş gluten oranı (%37.10) ile en kısa mutant genotip KK-10 (125.80 cm) olurken, KK-9 en yüksek tane verimine (4285.6 kg ha⁻¹) sahip genotip olmuştur. Ortalama polimorfizm bilgi içeriği (PIC) 0.97, ortalama allel sayısı markör başına 15.2 olarak hesaplanmıştır. *Glu-B1* (Bx7^{OE}) alleli, KK-11 ve KK-13 genotiplerinde, *Wx-A1* alleli ise KK-1, KK-2, KK-4, KK-5 ve KK-7 genotiplerinde belirlenmiştir. KK-5 genotipinde *Sr49* alleli (Sun209), KK-10 genotipinde ise *Yr45* alleli (Xwgp118) tespit edilmiştir. Ayrıca KK-1, KK-2, KK-3 ve KK-4 genotiplerinde yüksek protein içerikli allel olan *Gpc-B1* alleli (UHW89) bulunmuştur. Temel bileşen biplot analizine göre, tane verimi (TV) ile hektolitreye ağırlığı (HL), başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı (BTS ve BTA) arasında pozitif, diğer özelliklerle negatif ilişki olduğu belirlenmiştir.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 24.05.2022

Kabul Tarihi : 27.02.2023

Keywords

Karakılçık

Yerel çeşit

Tarımsal özellikler

Temel bileşenler

Kimyasal mutasyon

Atıf Şekli:	Yüce, İ., & Dumlupınar, Z. (2023). Evaluation of Agronomic Traits and Allele Specific DNA Markers Related to Some Disease and Quality Traits in Mutant Karakılçık M ₄ Individuals. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg</i> 26 (4), 861-869. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1120224
To Cite :	Yuce, I., & Dumlupınar, Z. (2023). Evaluation of Agronomic Traits and Allele Specific DNA Markers Related to Some Disease and Quality Traits in Mutant Karakılçık M ₄ Individuals. <i>KSU J. Agric Nat</i> 26(4), 861-869. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1120224

INTRODUCTION

Cereals are cultivated 41% of the cultivated products and wheat constitutes 48% of the cereals (FAO, 2020). Durum wheat is an important component of the human diet. In the world, the cultivation of durum wheat constitutes about 8% of the total wheat planting, which is limited to a small number of countries, including Turkey, which produces about 3% of the world wheat production. Turkey is one of the most important countries in the world in pasta production. It is one of the gene center of durum wheat, which is the basic raw material of pasta production. In Turkey, primarily the South-Eastern Anatolia and Middle Anatolia are the most suitable regions for the production of high-quality durum wheat (Yildirim & Atasoy, 2020).

In Turkey, durum wheat is used in the bulgur, semolina and pasta sector. Although Turkey's durum wheat production is adequate to meet the needs of industry as quantity, quality raw materials are needed. The quality of durum wheat is affected by the environmental conditions as well as the genetic influence. For this reason, the development and production of high yielding and quality durum wheat varieties suitable for different ecological conditions will make an important contribution to meeting the quality durum wheat demands of industry (Yildirim & Atasoy, 2020).

Karakılçık is an important genetic resource of Turkey and one of the most preferable landrace for bulgur production in East-Mediterranean region due to its high protein ratio resulting in taste on foods made with its bulgur. On the other hand, it has some disadvantages such as lodging due to plant height and low grain yield. Therefore, its farming is not common in the region.

Based on plant genetic diversity, there are hybridizations, naturally occurring selections and mutations. Mutagenesis is one of the breeding tools used to improve agronomic traits. Mutagenesis with chemical and physical mutagens cause random changes in an organism's DNA (Durland & Ahmadian-Moghadam, 2022). Mutagen agents with well-defined mutagen dose and duration can positively affect the traits such as disease resistance, earliness, plant height, yield and quality in cultivated plants (Kiraz et al., 2019). Since gene mutations are mostly recessive, thus they may be detected in the M₂ generation, while chromosome mutations may be detected in M₁ and later generations. However, mutagenesis may be detected with molecular markers.

Principal component biplot analysis is used to enable constructing graphics indicates more than one parameter of the genotypes and ensures a comparison between genotypes and investigated characteristics (Aslan et al., 2017; Bai et al., 2018; Al-Ashkar et al., 2019; Güngör et al., 2019).

In this study, it was aimed to (i) evaluate agronomic traits of 13 M₄ mutant lines, induced by chemical mutation using NaN₃ and Karakılçık local genotype, and (ii) detect alleles of some disease and quality traits with molecular markers.

MATERIAL and METHOD

Plant material

In this study, 13 M₄ mutant lines induced by chemical mutagenesis and original Karakılçık local durum wheat genotypes were used as plant material.

NaN₃ induced mutation

The M₄ mutant genotyped derived from a mutagenesis assay, in short: the seeds of Karakılçık durum wheat landrace (5000 seeds) were used soaked over-night (shaked for aeration) and rinsed before treating two hours with 3 mM sodium azide (NaN₃) mutagenesis agent, in a pH 4.5 and 100 mM potassium phosphate monobasic (KH₂PO₄) buffer (shaked for aeration). The seeds were rinsed with tap water three times (each 30 minutes and the last one for one hour) and planted as M₁ plants (Kiraz et al., 2019). Selections were made on M₁ and M₂ generations and M₄ plants were generated from M₃ single plant rows.

Field trial

The field trial was carried out in 2020-2021 cropping season in Kahramanmaraş, which is located in East-Mediterranean and with the coordinates of 37° 35' 4.9" north latitude and 36°55'35" east longitude. The elevation of the experiment site is 568 m, and the climate data of the experiment year is given in Table 1 (Anonymous, 2021).

The research was arranged in a randomized complete block design with three replications. Sowing was done with a six-rowed special experiment drill with a 20 cm row space and 6 m long plot size (6 × 1.2 m) 7.2 m² at planting and 6 m² at harvest (5 × 1.2 m) with 550 seeds per m². Fertilizer was applied at planting as 80 kg ha⁻¹ N and 80 kg ha⁻¹ P₂O₅ and 70 kg ha⁻¹ N as top dressing at jointing stage. Herbicide (Mesosulfuron-methyl + Thiencarbazone-methyl + Iodosulfuron-methyl-sodium + Mefenpyr-diethyl) was used for weed control.

Table 1. Average climatic data from experiment years

Çizelge 1. Deneme yıllına ait iklim verileri

	Month									Total or average
	Year	November	December	January	February	March	April	May	June	Toplam veya Ortalama
	<i>Yıl</i>	<i>Kasım</i>	<i>Aralık</i>	<i>Ocak</i>	<i>Şubat</i>	<i>Mart</i>	<i>Nisan</i>	<i>Mayıs</i>	<i>Haziran</i>	
Precipitation (mm), <i>Yağış (mm)</i>	2020-2021	52.0	56.8	204.3	29.5	137.1	16.2	8.2	0.0	504.1
	Long term <i>Uzun yıllar</i>	87.5	116.6	125.4	108.3	93.4	69.8	41.2	8.4	650.8
Average temperature (°C), <i>Ortalama Sıcaklık (°C)</i>	2020-2021	12.4	8.2	6.9	9.3	10.4	16.6	23.5	25.5	14.1
	Long term <i>Uzun yıllar</i>	11.5	6.8	4.9	6.4	10.6	15.5	20.3	25.3	12.6
Relative humidity (%), <i>Ortalama Nem (%)</i>	2020-2021	65.9	74.7	70.2	59.8	61.2	57.5	43.3	49.0	60.2
	Long term <i>Uzun yıllar</i>	66.7	79.9	69.9	65.6	60.0	57.6	54.9	49.7	63.0

In the research, agronomic traits such as plant height (cm) (PH), spike length (cm) (SL), spikelet number (number) (SN), grain number per spike (grains) (GNS), grain weight per spike (g) (GWS), thousand kernel weight (g) (TKW) and grain yield (kg ha⁻¹) (GY) were evaluated as described by Güngör and Dumlupinar (2019) and test weight (kg) (TW), protein ratio (%) (PR) and wet gluten (%) (WG) were measured by Near Infrared (NIR) spectroscopy (Thermo Fisher Scientific).

DNA isolation and PCR

DNA isolation was performed using cetyl trimethyl ammonium bromide (CTAB) method (Oliver et al., 2010) and all genotypes were screened using five allele-specific DNA markers (Table 2). PCR; on 96 PCR plates with a volume of 0.02 ml; 1 µl dNTP mix (10 mM mix (A+T+G+C)), 3 µl 10x buffer, 1.2 µl MgCl₂, DNA primer pair (1 µl F and 1 µl R), 3 µl (50 ng) genomic DNA, A total of 20 µl of PCR solution was prepared with 9.5 µl of dH₂O, and 0.3 µl of Taq DNA polymerase (5 U µl⁻¹, Fermentas). PCR reactions are in "ependorf" brand thermal cycler device; after running at 95°C for 5 minutes, at 95°C for 1 minute, at 55°C for 1 minute and at 72°C for 1 minute and 35 cycles at 72°C and at 95°C in the last stage, it has been completed by running it at 72°C for 5 minutes. The products obtained after PCR process for fragment analysis were carried out in the "QIAxcel Advanced System" fragment analyzer of Qiagen company and DNA bands of genotypes were obtained.

Statistical analysis

The data obtained from the experiment was subjected to the variance analysis and the mean data comparisons were made by Duncan test and determined as 1% likelihood if not else showed. Principal component (PC) biplot analysis was performed over mean data of the investigated traits with JMP, version 15.1 (SAS Institute Inc. USA). Genetic similarities of durum wheat genotypes were

calculated using the Dice index (Dice, 1945) in the NTSYSpc 2.21q (Rohlf, 2005) program. The DNA bands of each genotype were coded as "0" or "1" and a binary data matrix was created, and with the help of this matrix, a dendrogram was formed showing the similarities of the genotypes using UPGMA (Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average). Polymorphism information content (PIC) was determined by using the formula described by Weir (1996), $PIC = 1 - \sum P_i^2$, where P_i is the frequency of the i^{th} allele in the 14 Karakılıç durum wheat genotypes studied.

RESULT and DISCUSSION

Agronomic traits

In the study, the differences among genotypes related to plant height were found to be statistically significant at the level of 5%. The average plant height of the genotypes varied 125.8 to 148.27 cm (Table 3). The shortest plant height was determined in KK-10 genotype and the highest plant height was determined in KK-2 genotype. Plant height depends on the genetic structure of the genotypes and changes with climatic and growing conditions. In tall genotypes, the lodging rate increases as the stem becomes thinner, and the energy accumulated in the grain decreases with the use of the products obtained as a result of photosynthesis in the stem and leaf development, resulting in yield losses (Shah et al., 2019). In a previous work, different plant height values depending on genotypes were indicated as 95-135 cm (Wolde et al., 2019), which is in agreement with our findings. Differences among genotypes in terms of spike length were found to be statistically significant ($P < 0.05$) and SL varied between 8.42-10.69 cm. The KK-13 had the shortest SL, while KK-2 had the longest spike length. Alemu et al. (2020) reported a positive and significant relationship between spike length and grain yield. Wang et al. (2021) indicated a variation from 4.5 to 17.0 cm among genotypes in terms of spike lengths. Spikelet number of the genotypes were found

significant ($P < 0.01$), and SN of the genotypes ranked between 20.60 (KK-9) and 26.87 (KK-2). In similar studies, Philipp et al. (2018) and Wolde et al. (2019) determined variation on spikelet number (16.51 to

25.68 and 18.8 to 21.8, respectively). Differences among genotypes regarding the grain number per spike were found to be statistically significant at the level of 5% (Table 3).

Table 2. DNA primers used

Çizelge 2. Kullanılan DNA primerleri

No.	Primer name <i>Primer Adı</i>	Primer sequence (5'-3') <i>Primer dizisi (5'-3')</i>	Reference <i>Referans</i>	Loci <i>Lokus</i>	Expected fragment size (bp) <i>Beklenen bant uzunluğu (bp)</i>	Marker type <i>Markör tipi</i>
1	Bx7 ^{OE} _F Bx7 ^{OE} _R	CCTCAGCATGCAAACATGCAGC CTGAAACCTTTGGCCAGTCATGTC	Butow et al., 2003	Gluten strength (<i>Glu-B1</i>)	563	co-dominant
2	Xwgp118_F Xwgp118_R	AAGTGGAAACAAGGTTACG ACACTGGTCCATGAGGTT	Li et al., 2011	Yellow rust (<i>Yr45</i>)	411	dominant
3	Sun209_F Sun209_R	AGCTATGAGCTTCGCTATTG GTGATTGGTTCGGATTACTTA	Bansal et al., 2015	Stem rust (<i>Sr49</i>)	148	co-dominant
4	UHW89-BF UHW89-R	TCTCCAAGAGGGGAGAGACA TTCCTTACCCTATGAATCTAGCA	Distelfeld et al., 2006	High protein content (<i>Gpc-B1</i>)	122	co-dominant
5	Sun1_F Sun1_R	CGCTCCCTGAAGAGAGAAAGAA ATAGGCACAACCCCTAAC	Shariflou & Sharp, 1999	Waxy (<i>Wx-A1</i>)	Xsun-7A, 219,233, 260, 271, 275, 285 and 289	co-dominant

Table 3. Mean data belong to Karakılıç genotypes of investigated traits

Çizelge 3. İncelenen özelliklere ait Karakılıç genotiplerinin ortalama verileri

Genotype	PH	SL	SN	GNS	GWS	TKW	GY	TW	PR	WG
KK-1	144.02ab	10.00ab	25.67ab	49.28ab	1.99 ab	39.89 ab	3208.2 ab	77.0 j	16.53 f	32.60 f
KK-2	148.27a	10.69a	26.87a	54.47 ab	2.29 a	42.07 a	3119.4 ab	76.8 k	17.2 d	34.10 d
KK-3	146.60ab	10.25a-c	24.80 a-c	49.67 ab	2.15 ab	43.20 a	3355.0 ab	79.0 f	16.9 e	33.40 e
KK-4	135.53ab	10.32ab	26.73 a	45.07 b	1.39 cd	29.98 b	2588.6 b	74.5 m	17.4 c	34.60 c
KK-5	145.67ab	10.03a-c	24.07 a-d	47.93 ab	2.15 ab	44.30 a	3770.0 ab	77.7 i	14.6 m	28.30 l
KK-6	131.80ab	8.81bc	21.07 ef	53.47 ab	1.80a-d	33.70 ab	4118.1 a	80.9 c	14.1 n	27.20 m
KK-7	133.80ab	9.48a-c	21.80 d-f	45.73 ab	1.56b-d	34.10 ab	3413.3 ab	78.8 g	16.5 g	32.60 f
KK-8	136.73ab	9.50a-c	21.40 d-f	42.40 b	1.33d	31.46 b	3275.8 ab	77.8 h	18.2 b	36.30 b
KK-9	132.00ab	8.61bc	20.60 f	50.07 ab	1.78a-d	35.61 ab	4285.6 a	80.6 d	15.4 j	30.10 i
KK-10	125.80b	9.06a-c	23.73 b-e	49.67 ab	1.85a-d	37.16 ab	3386.7 ab	75.9 l	18.5 a	37.10 a
KK-11	137.00ab	8.80bc	21.20 ef	55.07 ab	1.96a	35.60 ab	4023.6 a	80.2 e	16.2 h	31.90 g
KK-12	133.67ab	9.21a-c	23.20 b-f	59.40 a	1.79a-d	30.16 b	4246.4 a	81.9 a	14.8 l	28.70 k
KK-13	133.67ab	8.42c	22.27 c-f	50.33 ab	1.95a-d	39.15 ab	3565.6 ab	81.4 b	15.4 k	30.00 j
KK	140.27ab	9.13a-c	23.20 b-f	54.87 ab	2.15ab	39.13 ab	3780.8 ab	78.8 g	16.1 i	31.60 h
Mean	137.49	9.47	23.33	50.53	1.87	36.82	3581.2	78.66	16.27	32.04
CV (%)	5.12*	6.56*	4.03**	9.10*	17.78*	14.70*	11.10*	6.48**	1.5**	16.11**

* – $p < 0.05$, ** – $p < 0.01$, PH – plant height (cm), SL – spike length (cm), SN – spikelet number, GNS – grain number per spike, GWS – grain weight per spike (g), TKW – thousand kernel weight (g), GY – grain yield (kg ha⁻¹), TW – test weight (kg hl⁻¹), PR – protein ratio (%), WG – wet gluten (%).

The lowest grain number per spike was 45.07 (KK-4) while, KK-12 genotype was upmost (59.40). Grain number is positively affected in favourable conditions, while exposed to high temperature and low humidity during flowering period causes problems in fertilization resulting in a lower number of florets

causes less grain number in the spike. In previous studies, Philipp et al. (2018) indicated a number of 32.97 to 71.31 grains varying for wheat genotypes. Grain weight per spike values of the genotypes were also found significant ($P < 0.05$). The lowest grain weight was determined in KK-4 (1.33 g) and the

highest grain one was determined in KK-2 genotype with 2.29 g. Similar findings were reported from the previous works in grain weight on genotypes (Mehrabi et al., 2020; Woźniak, 2020). In terms of thousand-kernel weight, the differences among the genotypes were found to be statistically significant at the level of 5% (Table 3). Thousand kernel weights were between 29.98 (KK-4) to 44.30 g (KK-5). In addition to genotypic influence, climate, soil structure and cultivation techniques during flowering and grain filling period are effective on thousand-kernel weight. In addition, Yildirim and Atasoy (2020) reported different TKW for genotypes as 47.1-53.8 g.

Genotypes were differed significantly for grain yield ($P < 0.05$). The mean data for grain yield of the genotypes are given in Table 3. It was observed that the grain yield of the genotypes ranked between 2588.6 (KK-4) to 4285.6 kg ha⁻¹ (KK-9) while the mean grain of the experiment was 3581.2 kg ha⁻¹. It is reported that grain yield was affected by genetic influence and climatic conditions with cultural practices that in agreement with our results and the previous works (Güngör & Dumlupinar, 2019). Test weight is one of the basic factors in the classification for quality in wheat. It is reported that the test weight, which is an observation of kernel density, varies depending on the genetic structure of the genotype, environmental conditions and kernel structure, (Howarth et al., 2021). Differences in genotypes for test weight were found statistically significant ($P < 0.01$). It was observed that the lowest test weight was determined in the KK-4 genotype with 74.50 kg hl⁻¹, while the highest one was determined on KK-12 with 81.90 kg hl⁻¹. Yildirim and Atasoy (2020) reported different test weights for genotypes as 81.7-84.7 kg hl⁻¹. Protein ratio is one of the most important criteria for determining the quality of wheat (Fu et al. 2018), influenced by environment more than genotype (Nehe et al., 2019). It varies according to the variety, environmental conditions and growing techniques. Differences among the genotypes for protein ratio were significant ($P < 0.01$). Protein ratio of the genotypes ranked between 14.10-18.50%. The lowest protein ratio was found in the KK-6 genotype, and the highest protein ratio was found in the KK-10 genotype. Nehe et al. (2019) determined a mean protein ratio of 13.6%, while Yildirim and Atasoy (2020) indicated a variation of 13.8-16.7%. The wet gluten values of the genotypes are given in Table 3. Differences in genotypes for wet gluten ratio were statistically significant at the level of 1%. The lowest wet gluten ratio was determined in KK-6 genotype (27.20%), and the highest wet gluten ratio was found in KK-10 genotype (37.10%). Nehe et al. (2019) reported the mean wet gluten ratio as 28.4% in a modern and historical spring wheat set.

Principal component (PC) biplot analysis

Principal Component (PC) biplot analysis was accomplished to lay out a powerful exhibition of the results with clarification of the relationships between Karakılıç genotypes and investigated characteristics. Based on the results of the present study showed that PCA explained 77.8% of the total variation where 47.4% was shown by PC1 and 30.4% by PC2 on biplot (Figure 1).

The correlation among the examined characteristics and the genotypes that were acted superior for those characteristics are demonstrated in Figure 1. It was determined that there was a positive relationship between GY with TW, GNS and GWS, and a negative relationship with other traits (PH, SL, SN, TKW, PR and WG). It has been observed that there was a positive relationship between protein ratio and wet gluten, which are among the most important quality traits. KK-6, KK-9, KK-11, and KK-12 were concluded as promising genotypes for GY and TW, while KK-4, KK-7, KK-8 and KK-10 were for PR and WG. On the other hand, KK-5 genotype was featured for TKW.

Molecular analysis

The kinship of the 14 Karakılıç durum wheat genotypes used in the study was screened with five DNA markers. Allele numbers and polymorphism information content (PIC) values of DNA markers used in screening genotypes are shown in Table 4. According to the results, five DNA markers amplified 76 polymorphic bands, while the average number of alleles was found 15.2. Where the average PIC value was calculated as 0.97, the highest PIC value was determined as 0.99 from the Xwgp118, Sun209 and Sun1 markers, while the lowest PIC value was calculated as 0.94 from Bx7^{OE} marker. Tsonev et al. (2021) reported 8.14 allele number per marker, while Vanzetti et al. (2013) indicated 3.26 allele number per marker. Kiraz et al. (2019), Aydemir et al. (2020) and Koçyiğit et al. (2021) found the PIC values to be 79%, 98% and 52% respectively, in their study.

The Bx7^{OE} primer is a marker used to identify genes for gluten strength. KK-11 and KK-13 genotypes had the allele for gluten strength with 563 bp DNA band. Butow et al. (2004) reported that the Bx7^{OE} marker is a co-dominant marker corresponding to the 750 bp portion of the encoded region, and lines lacking *Glu-B1a1* (520 bp) obtained a 563 bp long allele with an excess of 43 bases to the gene (Figure 3). Xwgp118 primer is used to recognize alleles to yellow rust resistance (*Yr45*) disease. KK-10 genotype produced 411 bp DNA band, which was related to the yellow rust resistance gene (*Yr45*) (Figure 2). Li et al. (2011) reported that the Xwgp118 marker amplified a DNA band with a length of 411 bp in spring and winter bread wheat genotypes and was associated with yellow rust disease.

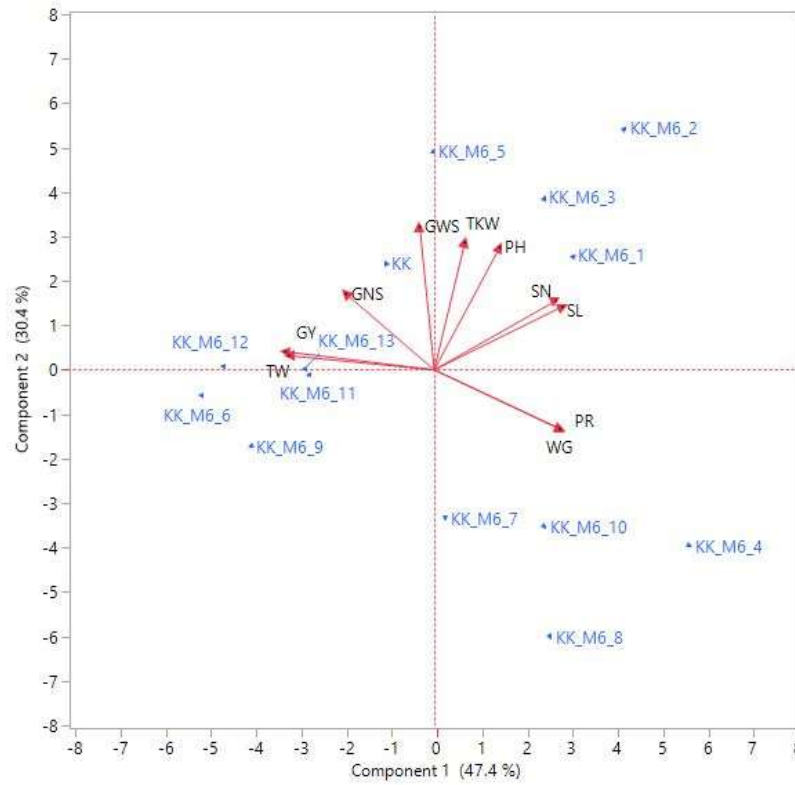


Figure 1. Principal component biplot analysis of the relationships between Karakılıç genotypes and investigated traits

Şekil 1. Karakılıç genotipleri ve incelenen özellikler arasındaki ilişkiyi gösteren temel bileşenler biplot analiz grafiği

Table 4. Allele numbers and PIC values of primers
 Çizelge 4. Primerlere ait allel sayısı ve PIC değerleri

No	Primer Name <i>Primer Adı</i>	Allele Number <i>Allel Sayısı</i>	PIC Value <i>PIC Değeri</i>
1	Bx7 ^{OE}	18	0.94
2	Xwgp118	9	0.99
3	Sun209	15	0.99
4	UHW89	20	0.98
5	Sun1	14	0.99
Average (<i>Ortalama</i>)		15.2	0.97

The Sun1 primer is used to identify alleles for the Waxy (*Wx-A1*) gene. It was determined that KK-1, KK-2, KK-4, KK-5 and KK-7 genotypes had *Wx-A1* alleles with producing 271, 275, 271, 271 and 275 bp DNA bands, respectively (Figure 3). Shariflou and Sharp (1999) reported 219, 233, 260, 271, 275, 285 and 289 bp bands for the *Wx-A1* gene. The Sun209 primer is used to detect allele for resistance to stem rust (*Sr49*) disease. Among the Karakılıç genotypes, the only *Sr49* resistance allele was found in the KK-5 genotype with producing 148 bp DNA band. Bansal et al. (2015), indicated that 148 bp DNA band amplified by the Sun209 marker was associated with the *Sr49* stem rust resistance gene.

The UHW89 primer is used to determine high protein content alleles (*Gpc-B1*). In current panel, KK-1, KK-

2, KK-3 and KK-4 genotypes produced alleles related to high protein *Gpc-B1* gene amplifying 125, 122, 124 and 125 bp alleles (Figure 3). Distelfeld et al. (2006) detected 122 and 126 bp long bands using the UHW89 marker, and that 4 bp polymorphism was formed as a result of ACTT duplication.

CONCLUSION

In current study, Karakılıç mutant genotypes developed using chemical agent varied for investigated traits especially for plant height and protein ratio. Allele specific DNA markers also detected the variation among mutant lines. An increase in protein ratio with decreasing plant height by chemical mutagenesis, is crucial for Karakılıç cultivation and consumption. Based on results, KK-10 genotype is

concluded superior with stripe rust resistance gene (*Yr45* allele), short plant height, and high protein and wet gluten ratio. KK-5 genotype was the only one that stem rust allele Sr49 was determined. On the other hand, KK-1, KK-2, KK-3 and KK-4 genotypes were also

found promising due to having high protein content allele (*Gpc-B1*). Those genotypes developed by chemical mutagenesis might be used in future studies as parents to improve agronomic traits.

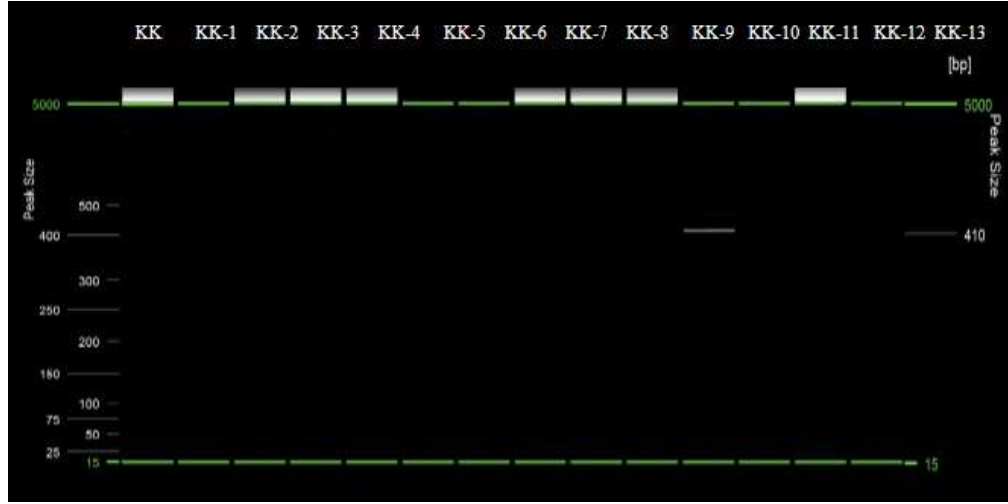


Figure 2. Gel image of Xwgp118 primer for Karakılçık genotypes
Şekil 2. Karakılçık genotiplerinin Xwgp118 primerine ait jel görüntüsü

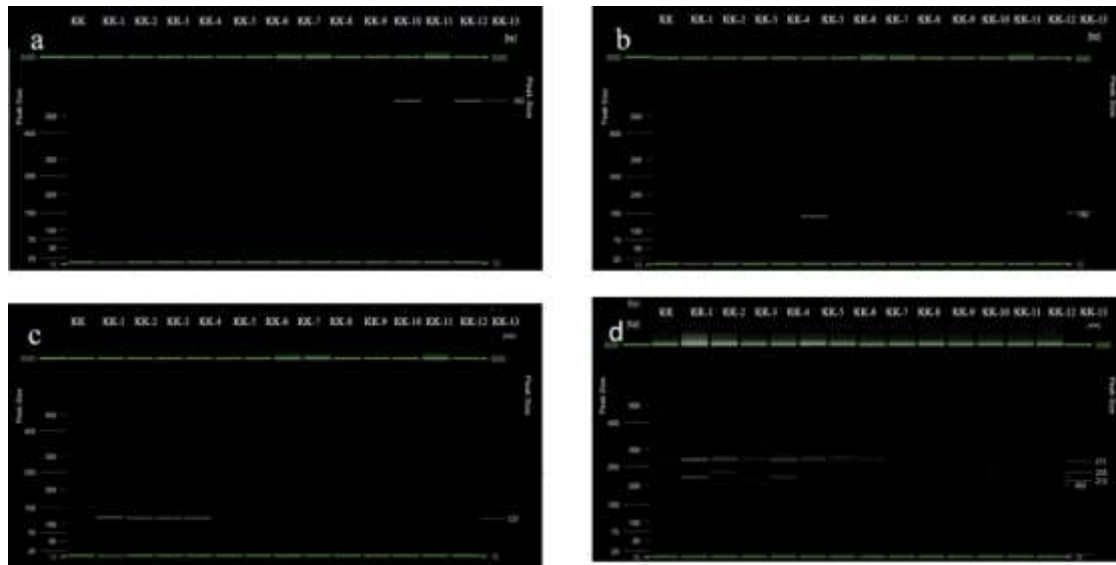


Figure 3. Gel images for DNA markers a- Bx7^{OE}, b- Sun209, c- UHW89 and d- Sun1
Şekil 3. a- Bx7^{OE}, b- Sun209, c- UHW89 and d- Sun1 DNA markörlerine ait jel görüntüleri

Statements and Declarations-Funding

The authors declare that no funds, grants, or other support were received during the preparation of this manuscript.

Competing Interests

The authors have no relevant financial or non-financial interests to disclose.

Author Contributions

The contribution of the authors is equal.

Data Availability

The datasets generated during and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Conflict of interest

The authors declare no competing interests.

REFERENCES

Al-Ashkar, I., Alderfasi, A., El-Hendawy, S., Al-Suhaibani, N., El-Kafafi, S. & Seleiman, M.F.

- (2019). Detecting Salt Tolerance in Doubled Haploid Wheat Lines. *Agronomy*, 9, 211. Doi: 10.3390/agronomy9040211
- Alemu, Y.A., Anley, A.M. & Abebe, T.D. (2020). Genetic Variability and Association of Traits in Ethiopian Durum Wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) Landraces at Dabat Research Station, North Gondar. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1778604. Doi: 10.1080/23311932.2020.1778604
- Anonymous, (2021). Turkish State Meteorology Service. <https://www.mgm.gov.tr/?il=Kahramanmaras>. Accessed on 15.09.2021
- Aslan, D., Aktaş, H., Ordu, B. & Zencirci, N. (2017). Evaluation of Bread and Einkorn Wheat under *in vitro* Drought Stress. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 27(6), 1974-1983.
- Aydemir, G., Dumlupınar, Z., Yüce, I., Baskonus, T., Sunulu, S. & Güngör, H. (2020). Evaluation of F₅ Individuals Obtained from B28 × Kunduru-1149 Reciprocal Cross Population by Functional Markers. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 23 (4), 1005-1011. Doi: 10.18016/ksutarimdogavi.687935
- Bai, J., Yan, W., Wang, Y., Yin, Q., Liu, J., Wight, C. & Ma, B. (2018). Screening Oat Genotypes for Tolerance to Salinity and Alkalinity. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1302. Doi: 10.3389/fpls.2018.01302
- Bansal, U.K., Muhammad, S., Forrest, K.L., Hayden, M.J. & Bariana, H.S. (2015). Mapping of A New Stem Rust Resistance Gene *Sr49* in Chromosome 5B of Wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 128 (10), 2113-2119. Doi: 10.1007/s00122-015-2571-4
- Butow, B.J., Ma, W., Gale, K.R., Cornish, G.B., Rampling, L., Larroque, O., Morell, M.K. & Bekes, F. (2003). Molecular Discrimination of Bx7OE Alleles Demonstrates That A Highly Expressed High-Molecular-Weight Glutenin Allele Has A Major Impact on Wheat Flour Dough Strength. *Theoretical and Applied Genetics*, 107 (8), 1524-1532. Doi: 10.1007/s00122-003-1396-8
- Dice, L.R. (1945). Measures of The Amount of Ecologic Association Between Species. *Ecology*, 26, 297- 302.
- Distelfeld, A., Uauy, C., Fahimaand, T. & Dubcovsky, J. (2006). Physical Map of The Wheat High-Grain Protein Content Gene *Gpc-B1* and Development of A High Throughput Molecular Marker. *New Phytologist*, 169, 753-763. Doi:10.1111/j.1469-8137.2005.01627.x
- Durland, J. & Ahmadian-Moghadam, H. (2022). Genetics, Mutagenesis. [Updated 2021 Sep 21]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL), StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560519/>
- FAO, (2020). FAO Statistical Databases. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Accessed 15.06.2021
- Fu, B.X., Wang, K., Dupuis, B., Taylor, D. & Nam, S. (2018). Kernel Vitreousness and Protein Content: Relationship, Interaction and Synergistic Effects on Durum Wheat Quality. *Journal of Cereal Science*, 79, 210-217. Doi: 10.1016/j.jcs.2017.09.003
- Güngör, H., Çikili, Y. & Dumlupınar, Z. (2019). Evaluation of Morpho-Physiological Traits of Turkish Rice Genotypes in Response to Salt Stress under *in vitro* Conditions. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 29, 556-567.
- Güngör, H. & Dumlupınar, Z. (2019). Evaluation of Some Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars for Yield, Yield Components and Quality Traits in Bolu Conditions. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Science*, 6 (1), 44-51. Doi: 10.30910/turkjans.515346
- Howarth, C.J., Martinez-Martin, P.M.J., Cowan, A.A., Griffiths, I.M., Sanderson, R., Lister, S.J., Langdon, T., Clarke, S., Fradgley, N. & Marshall, A.H. (2021). Genotype and Environment Affect The Grain Quality and Yield of Winter Oats (*Avena sativa* L.). *Foods*, 10, 2356. Doi: 10.3390/foods10102356
- Kiraz, H., Yüce, İ., Kekilli, Ö., Ocaktan, H., Topsakal, M., Gürocak, N.Y., Osanmaz, H., Kılınç, F.M., Başkonuş, T. & Dumlupınar, Z. (2019). Characterization of M₃ Mutants of Seri 82 Bread Wheat Cultivar Using Functional Markers. *Black Sea Journal of Agriculture*, 2(4), 194-202.
- Koçyiğit, B.K., Yüce, İ., Başkonuş, T., Dokuyucu, T., Akkaya, A. & Dumlupınar, Z. (2021). Evaluation of F₄ Individuals Belong to Seri 82 × B35 Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cross Population Using Functional DNA Markers. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 24 (3), 586-593. Doi: 10.18016/ksutarimdogavi.752972
- Li, Q., Chen, X.M., Wang, M.N. & Jing, J.X. (2011). *Yr45*, A New Wheat Gene for Stripe Rust Resistance on The Long Arm of Chromosome 3D. *Theoretical and Applied Genetics*, 122 (1), 189-197. Doi: 10.1007/s00122-010-1435-1
- Mehrabi, A.A., Pour-Aboughadareh, A., Mansouri, S. & Hosseini, A. (2020). Genome-wide Association Analysis of Root System Architecture Features and Agronomic Traits in Durum Wheat. *Molecular Breeding*, 40, 55. Doi: 10.1007/s11032-020-01136-6
- Nehe, A., Akin, B., Sanal, T., Evlice, A.K., Unsal, R., Dincer, N., Demir, L., Geren, H., Sevim, I., Orhan, Ş., Yaktubay, S., Ezici, A., Guzman, C. & Morgounov, A. (2019). Genotype x Environment Interaction and Genetic Gain for Grain Yield and Grain Quality Traits in Turkish Spring Wheat Released between 1964 and 2010. *PLoS ONE* 14(7), e0219432. Doi: 10.1371/journal.pone.0219432
- Oliver, R.E., Obert, D.E., Hu, G., Bonman, J.M., O'Leary-Jepsen, E. & Jackson, E.W. (2010). Development of Oat-Based Markers from Barley and Wheat Microsatellites. *Genome*, 53 (6), 458-471. Doi: 10.1139/G10-021
- Philipp, N., Weichert, H., Bohra, U., Weschke, W., Schulthess, A.W. & Weber, H. (2018). Grain Number and Grain Yield Distribution Along The

- Spike Remain Stable Despite Breeding for High Yield in Winter Wheat. *PLoS ONE*, 13 (10), e0205452. Doi: 10.1371/journal.pone.0205452
- Rohlf, F.J. (2005). NTSYS-pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, Version 2.2.
- Shah, L., Yahya, M., Shah, S.M.A., Nadeem, M., Ali, A., Ali, A., Wang, J., Riaz, M.W., Rehman, S., Wu, W., Khan, R.M., Abbas, A., Riaz, A., Anis, G.B., Si, H., Jiang, H. & Ma, C. (2019). Improving Lodging Resistance: Using Wheat and Rice as Classical Examples. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(17), 4211. Doi: 10.3390/ijms20174211
- Shariflou, M.R. & Sharp, P.J. (1999). A Polymorphic Microsatellite in The 3'end of 'Waxy' Genes of Wheat, *Triticum aestivum*. *Plant Breeding*, 118, 275-277. Doi: 10.1046/j.1439-0523.1999.118003275.x
- Saal, B. & Wricke, G. 1999. Development of Simple Sequence Repeat Markers in Rye (*Secale cereale* L.). *Genome*, 42, 964-972. Doi: 10.1139/g99-052
- Tsonev, S., Christov, N.K., Mihova, G., Dimitrova, A. & Georgieva Todorovska, E. (2021). Genetic Diversity and Population Structure of Bread Wheat Varieties Grown in Bulgaria Based on Microsatellite and Phenotypic Analyses. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35(1), 1520-1533. Doi: 10.1080/13102818.2021.1996274
- Vanzetti, L.S., Yerkovich, N., Chialvo, E., Lombardo, L., Vaschetto, L. & Helguera, M. (2013). Genetic Structure of Argentinean Hexaploid Wheat Germplasm. *Genetics and Molecular Biology*, 36, 391-399. Doi: 10.1590/S1415-47572013000300014
- Yildirim, A. & Atasoy, A. (2020). Quality Characteristics of Some Durum Wheat Varieties Grown in Southeastern Anatolia Region of Turkey (GAP). *Harran Journal of Agriculture and Food Science*, 24(4), 420-431. Doi: 10.29050/harran ziraat.738505
- Wang, Y., Wang, S., Jia, X., Tian, Z., Wang, Y., Wang, C., Zhang, H., Liu, X., Zhao, J., Deng, P. & Ji, W. (2021). Chromosome Karyotype and Stability of New Synthetic Hexaploid Wheat. *Molecular Breeding*, 41, 1-12. Doi: 10.1007/s11032-021-01253w
- Weir, B.S. (1996). Genetic Data Analysis II. Sinauer Associates Inc., Sunderland, England.
- Wolde, G.M., Mascher, M. & Schnurbusch, T. (2019). Genetic Modification of Spikelet Arrangement in Wheat Increases Grain Number without Significantly Affecting Grain Weight. *Molecular Genetics and Genomics*, 294 (2), 457-468. Doi: 10.1007/s00438-018-1523-5
- Woźniak, A. (2020). Effect of Cereal Monoculture and Tillage Systems on Grain Yield and Weed Infestation of Winter Durum Wheat. *International Journal of Plant Production*, 14 (1), 1-8. Doi: 10.1007/s42106-019-00062-8



The Characterization of Volatile Compounds Belonging to Some Lupin Genotypes By SPME GC-MS Method

Ela Nur ŞİMŞEK SEZER¹, Mustafa YORGANCILAR^{2*}, Tuna UYSAL³

^{1,3}Selçuk University Faculty of Science, Department of Biology, Konya/Türkiye, ²Selçuk University Faculty of Agriculture, Konya/Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2805-7204>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4938-8547>, ³<https://orcid.org/0000-0001-9968-5633>

✉: myorg@selcuk.edu.tr

ABSTRACT

In this paper, three *Lupinus albus* L. and two *L. angustifolius* L. genotypes were examined and compared in terms of volatiles or semi volatiles using GC-MS and SPME techniques. For this aim, the seeds of lupins were ground using a hand grinder, and this powder raw material was used to determine the content. Approximately 102 compounds obtained from lupin genotypes were identified for the first time, which mainly included benzene-methyl (1-methyl ethyl), 5-Allyl-4-(1-(p-amino phenyl) ethylidene)ethyl, 2-propen-1-ol, 3-phenyl-, m-Mentha-4,8,diene-(1S,3S)-(+), gamma terpinene. These compounds were determined to exist at different rates in different. As a result, it becomes evident that such studies aiming at revealing the active matters from plants or plant parts and their possible potentials, are of great importance in terms of more specific studies to be carried out in the future.

Field Crops

Research Article

Article History

Received : 15.11.2022

Accepted : 03.01.2023

Keywords

Lupin
Solid-phase micro-extraction
Volatile compounds
GC-MS

Bazı Acıbakla Genotiplerine Ait Uçucu Bileşiklerin SPME GC-MS Yöntemiyle Karakterizasyonu

ÖZET

Bu çalışmada, üç *Lupinus albus* L. ve iki *L. angustifolius* L. genotipi GC-MS ve SPME teknikleri kullanılarak uçucu veya yarı uçucu maddeler açısından araştırılmış ve karşılaştırılmıştır. Bu amaçla acı bakla tohumları el değirmeni yardımıyla öğütülmüş ve bu toz, ham madde içeriğinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu acı bakla genotiplerinde yaklaşık olarak 102 bileşik ilk defa tanımlanmıştır. Bu bileşiklerden başlıcaları; benzene-methyl (1-methyl ethyl), 5-Allyl-4-(1-(p-aminophenyl) ethylidene)ethyl, 2-propen-1-ol, 3-phenyl-, m-Mentha-4,8, diene-(1S,3S)-(+), gamma terpinene dir. Bu bileşiklerin farklı genotiplerde ve farklı oranlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, bitkilerden veya bitki parçalarından gelen aktif maddeleri ve olası potansiyellerini ortaya koymayı amaçlayan bu tür çalışmalar, gelecekte yapılacak daha spesifik çalışmalar açısından büyük önem taşımaktadır.

Tarla Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 15.11.2022

Kabul Tarihi : 03.01.2023

Anahtar Kelimeler

Acı bakla
Katı fazlı mikro ekstraksiyon
Uçucu bileşikler
GC-MS

Atf Şekli: Şimşek Sezer, E.N., Yorgancılar, M. & Uysal, T. (2023) Bazı Acı Bakla Genotiplerine Ait Uçucu Bileşiklerin SPME GC-MS Yöntemiyle Karakterizasyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (4), 870-877. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1205424>

To Cite : Simsek Sezer, E.N., Yorgancılar, M. & Uysal, T. (2023). The Characterization of Volatile Compounds Belonging to Some Lupin Genotypes by SPME GC-MS Method. *KSU J. Agric Nat* 26 (4), 870-877. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1205424>

INTRODUCTION

Lupin is a legume having being used as human food and animal feed throughout the history dating back to Roman times. Another use medical and pharmaceutical purposes (Abraham et al., 2019). Over 200 lupin species are grown worldwide (Ishaq et al., 2022; Mohamed & Rayas-Duarte, 1995; Świącicki et al., 2015; Yorgancılar et al., 2009). This species have a huge potential as a crop plant due to seed of content mineral, vitamin, oil as well as high protein (Nasir et al., 2022; Pereira et al., 2022; Van de Noort, 2017).

The genus of lupin comprises 275 species, generally including small-seeded New World species (excluding *L. mutabilis* Sweet) and 13-15 Old World species with larger seed size such as *L. albus* L., *L. angustifolius* L., and *L. luteus* L., respectively (Cardoso et al., 2013; Wallace Andrew Cowling et al., 1998; Pascual, 2004; Świącicki et al., 1996; Świącicki et al., 2002). Lupin can show tolerate to frost, water shortage, and degraded soils (Lucas et al., 2015; Shaaban et al., 2022). Besides its ecological requirements, each lupin plant has essential capacity for feeding and

agricultural studies (Brummund & Świecicki, 2011).

In the Northern Plains of United States, lupin can be cultivated in North and South Dakota, Wisconsin, and Minnesota. But, utilisation of lupin as its domestication has been restricted, and this may be partly because of its alkaloid ingredient and insufficient yield. Breeding programs have performed on "sweet" varieties possessing as low as 0.002% alkaloid ingredient, which let them safe for consumption of human (Culvenor & Petterson, 1986; Mohamed & Rayas-Duarte, 1995).

Seeds of white lupin are commonly classified as sweet or bitter according to the alkaloid content, which are between 0.01 and 4% (Bhardwaj & Hamama, 2012). The bitter seeds possess the quinolizidine alkaloids sparteine and lupanine. The bitter taste of stem and seeds of the plant is due to their metabolite content which has a toxic effect. The existence of such kind of alkaloids restricts the utilisation of lupin seed as human food or animal feed purposes. Lupins with low alkaloid contents were selected, leading to 'sweet' lupins with alkaloid contents below 0.02% in the protein-rich seeds, which can be used both for human and animal consumption (Gresta, 2017). It has been stated that lupine protein has benefits such as hypertension (Arnoldi et al., 2015), cholesterol lowering (Bähr et al., 2015; Sirtori et al., 2012) and hyperglycemia (Duranti et al., 2008), and these benefits may be related to its natural antioxidant activity (Guo et al., 2018). Elma et al. (2021) were detected metabolite content in local *Lupinus albus* L. seeds, which contained 686.99 mg GAE / 100 mg total phenol, 22.06 mg QE / 100 mg total flavonoid, DPPH 26.04 mg TE / 100 g having antioxidant activity. The Australian standard is 0.02% as the highest threshold for alkaloid content for sweet lupines (W.A Cowling et al., 1998).

In the past decades, headspace solid phase micro-extraction (HS-SPME) has been recognised as an effective isolation methodology for a lot of samples (Arthur & Pawliszyn, 1990; Bicchi et al., 2000; Ercan & Dogru, 2022; Kataoka et al., 2000; Krutz et al., 2003; Ulrich, 2000). This technique dramatically reduces resolution duration and enhancement the minimum detection limits while maintaining resolution, and can be performed in two main modes, overhead configurations and direct isolation. Due to its advantages, HS-SPME is efficiently used for sampling the volatile compounds from medicinal and aromatic plants (Bicchi et al., 2004; Muselli et al., 2009). In order to better reveal and research the medicinal and pharmaceutical aspects of the plant, the contents of the seeds should be well known. The aim of this study is to compare the differences in volatile components of seeds of five different *L. albus* and *L. angustifolius* genotypes using the SPME-GC-MS technique and to reveal especially valuable phytochemicals from a broad point

of view.

MATERIAL and METHOD

Five lupin genotypes were studied in terms of volatile oils during our analyses. These are Lutop, Belera, Tanjil, Lublanc and EGY-105, respectively. These are stored in the Department of Field Crops of Agriculture Faculty at the Selçuk University. They were obtained from different sources, as given below in Table 1.

Table 1. The plant materials used in analysis by SPME-GC-MS

Çizelge 1. SPME-GC-MS analizinde kullanılan bitki materyalleri

Genotypes	Form	Place of origin
<i>L. albus</i> cv. Lutop	Sweet	France*,#
<i>L. albus</i> cv. Lublanc	Sweet	France*
<i>L. angustifolius</i> cv. Belera	Bitter	Australia**
<i>L. angustifolius</i> cv. Tanjil	Bitter	Australia**
<i>L. albus</i> line EGY-105	Bitter	Egypt*

*: Kindly provided by Dr. Christian Huyghe and Dr. Jacques Papineau from Institut National de la Recherche Agronomique, France

** : Kindly provided by Dr. Kedar Adhikari and Dr. Bevan Buirchell from The Department of Agriculture and Food, Western Australia

#Small grain size.

Preparation of Seeds

Seeds were dried at ambient temperature without sunlight exposure. Dried seeds were ground by using a hand grinder. The ground samples (3gr) of five genotypes were diluted in a 10 ml vial. An SPME fibre 50/30 µm DVB/CAR/PDMS was preferred for analysis. The SPME apparatus was directly injected into the upper space of the vial to adsorb volatile compounds and then directly injected into the Shimadzu QP2010ULTRA FID detector GC-MS apparatus using a Restek Rxi-5 MS capillary column.

Analysis of GC-MS

The volatile compounds of lupin samples were analysed by applying the method of (the injector temperature was 250 °C) using SPME-GC-MS. Compounds were isolated by a 15 min. SPME fibre exposure into a GC injector at 250 °C. The extracts from the SPME procedure were analysed on a Shimadzu QP2010 ULTRA FID GC-MS system. A 30 m length Restek Rxi-5 MS column (0.25 mm id, film thickness 0.25 µm) was used. Carrier gas was helium with a flow rate as 1.8 mL/min. The GC oven temperature was programmed to hold at 40 °C for 3 min and then increased to 240 °C at 5 °C/min, finally holding at 240 °C for 3 min. The detector ion source temperature was 200 °C, and the interface temperature was set at 250 °C. Mass spectra were acquired in the electron impact mode at 70 eV, using m/z range of 50–350 and 2 s scan time.

Evaluation of Data

Chromatograms of all samples were subjected to noise reduction prior to peak area integration, and later, the peak areas of components in the chromatogram were integrated. Compounds were identified by comparing with three libraries, W9N11, SWGDR4G4 and SWGDR4G5. Compounds mostly matched in W9N11 library. Identification of components in the sample was based on the retention time (RT). The identification of the components present in the samples was calculated using Kovats retention index. The relative rate of the volatile oil compounds was obtained from peak areas. All analyses were performed in three replications, and all the numeric data are means of three independent analyses.

RESULTS and DISCUSSION

According to our analyses, totally 102 compounds were separated and identified from studied lupin samples (Table 2). The total ion chromatograms (TIC) of studied lupin specimens were given in Figure 1. Nine compounds of these were common to each sample. The analysis revealed that there were different components in the samples. In the sample, Belera 61, EGY-105 46, Lutop 41, Lublanc 37 and Tanjil 36 compounds were determined respectively. The major components of Belera were cyclohexanol, 2-methyl-5 (1-methylether) (19.37%), 2-propen-1-ol, 3-phenyl (16.08%) and m-

mentha-4,8, diene-(1S,3S) (11.12%). In EGY-105, benzene, methyl (1-methylethyl) (43.32%), pulegone (9.68%) and alpha-pinene (5.27%). In Lutop cultivar, benzene methyl (1-methylethyl), gamma terpinene and pulegone contents were found as 35.83%, 16.21% and 5.85 %, respectively. However, in Lublanc, benzene methyl, cis-Ocimene and 1,3,6-octatriene 3,7-dimethyl-(E) contents were determined as 59.3%, (5.54%) and 4.69%, respectively. In Tanjil, 5 -allyl-4-1, m-mentha-4, 8 diene, pulegone ingredients were detected as 27.69%, 15.74% and 7.64%, respectively (Table 2 and Figure 2). It is crucial that cumene (benzene, methyl (1-methylethyl)), which has a high potential for use as biofuel, is detected high quantity in three *L. albus* samples. Cumene is used as a thinner for paints, lacquers, and enamels and as a component of high octane fuels. Cumene is also used in the manufacture of phenol, acetone, acetophenone, and methylstyrene (National Center for Biotechnology Information, 2022). The production of meta, ortho and para isomers of cumene is usually synthesized by alkylation of toluene. Toluene is the pioneering feedstock in benzene production and a prime octane boosting compound for gasoline blending. Toluene is also utilized as a raw substance in the production of other chemicals (e.g., toluene diisocyanate and benzoic acid) and as a solvent in paints and coatings, inks, adhesives, and pharmaceuticals (Toluene Synopsis, 1990).

Table 2. The % peak area values of identified compounds in studied samples
Çizelge 2. Çalışılan örneklerde tanımlanmış bileşiklerinin % pik alan değerleri

Compound name	Sample Name				
	Lutop	Lublanc	Belera	Tanjil	EGY-105
Butanoic Acid,2-Methyl-Ester/ Butyric acid	0.22	0.28	0.03	0.08	0.49
P-Xylene	-	-	0.03	-	-
Tricylene	0.06	-	0.02	0.03	0.11
Alpha-Thujene	3.00	2.62	1.13	2.34	3.91
Alpha-Pinene	2.94	2.89	1.16	1.54	5.27
Bicyclo(3.1.0)Hex-2-Ene, 4-Methylene-1-/ Beta-thujene	0.10	-	0.07	0.11	0.11
Bicyclo(2.2.1)Heptane,2,2-Dimethyl-3- Camphene	-	-	0.85	-	2.52
Sabinene	0.18	0.19	0.11	0.16	-
Beta Pinene	0.57	-	0.36	0.47	-
1-Octen-3-One	-	-	0.09	-	-
1-Octen-3-Ol	0.08	-	0.25	0.11	-
3-Octanone	-	0.73	0.67	0.53	1.45
Geranyl Formate	-	-	3.28	-	-
Ethyl Amyl Carbinol	-	-	0.50	-	-
1-Phellandrene	0.61	-	0.49	0.62	0.25
1,3,6-Octatriene, 3,7-Dimethyl-, (E)-	4.98	4.69	0.04	6.80	3.57
Delta 3-Carene	0.34	0.32	0.19	0.20	0.50
Alpha-Terpinene	3.57	0.13	2.99	-	0.68
2-Propen-1-Ol, 3-Phenyl-	-	-	16.08	-	-
D-Limonene	3.23	3.62	2.76	3.42	2.35
Eucalyptol (1,8-Cineole)	0.64	0.58	0.87	0.73	0.84
3-Octen-5-Yne, 2,7-Dimethyl-, (E)	-	-	6.17	-	-
Santolina Triene	-	-	6.16	-	-
M-Mentha-4,8,Diene-(1S, 3S)	-	-	11.12	15.74	-

Trans Sabinene Hydrate	0.09	-	0.43	0.17	-
Alpha-Methyl-Alpha-(4-Methyl-3-Pente)	-	-	0.22	-	-
Alpha-Terpinolene	0.28	-	0.59	0.35	0.18
Cyclohexanol, 2-Methyl-5-(1-Methylethe	-	-	19.37	-	-
2-Cyclohexen-1-ol, 1-Methyl-4-(1-Methyl	-	-	0,07	-	-
Alloocimene	-	0.36	0.47	0.44	-
Cis-Epoxy-Ocimene	-	-	0.09	-	-
2-Cyclohexen-1-Ol, 1-Methyl-4-(1-Methyl	-	-	0.05	-	-
2,4,6-Octatriene,2,6-Dimethyl-, (E, Z)	0.11	-	0.19	0.20	0.20
Cis-3-Hexenyl İso-Butyrate	-	-	0,10	-	-
Cyclohexanone, 5-Methyl-2-(1-Methylethe- (Cis)	2.07	0.66	2.12	1.97	2.74
Cyclohexanone, 5-Methyl-2(1-Methylethe (Trans)	0.50	-	0.64	-	-
Bicyclo(2.2.1)Heptan-2-Ol, 1,7,7-Trimethyl	-	-	0.83	-	-
İsopulegone	0.12	-	0.17	0.14	0.15
3-Cyclohexen-1-Ol, 4-Methyl-1-(1-Methyl	0.04	-	0.64	-	-
Benzenemethanol, 4-(1-Methylethyl)-	-	-	0.03	-	-
Cis 3 Hexenyl Butyrate	-	-	0.04	-	-
3-Cyclohexen-1-Methanol, Alpha, Alpha	-	-	0.11	-	-
Dihydrocarvone	-	-	0.25	-	-
Cyclohexanone, 2-Methyl-5-(1-Methylethe-	-	-	0.17	-	-
Z-3-Hexenyl 2-Methylbutanoate	-	-	0.17	-	-
Thymyl Methyl Ether	-	-	2.82	-	-
Thymoquinone	-	0.49	1.94	-	-
Phenol, 5-Methyl-2-(1-Methylethyl)-	-	-	0.27	0.07	-
Alpha-Terpinyl Propionate	-	-	0.03	-	-
Phenol, 2-Methyl-5-(1-Methylethyl)-	-	-	3.00	-	-
Carbofurane	-	-	0.02	-	-
Copaene	-	-	0.05	-	-
(-)-Beta, Bourbonene	-	-	0.04	-	-
Caryophyllene	-	-	0.40	-	-
(+)-Aromadendrene	-	-	0.11	-	-
Gamma- Muurolene	-	-	0.03	-	-
Germacrene-D	-	-	0.07	-	-
Bicyclogermacrene	-	-	0.15	-	-
Beta-Bisabolene	-	-	0.37	-	-
Delta-Cadinene	-	-	0.04	-	-
Dodecanoic Acid, İsooctylester	-	0.56	0.06	-	-
1-Pentanol	0.13	0.11	-	-	0.19
1-Hexanol	0.20	0.13	-	-	0.20
Camphene	1.59	1.32	-	1.16	-
Beta-Myrcene	4.51	2.99	-	5.10	3.17
Cis -Ocimene	-	5.54	-	7.46	4.39
Gamma Terpinene	16.21	1.84	-	-	4.24
Azulene	-	-	-	-	0.14
P-Menthone	-	0.28	-	-	0.82
Octane	-	0.08	-	-	0.06
Benzene 1.2-Dimethyl-	0.13	0.24	-	0.06	-
Pentanoic Acid,Ethyl Ester	-	0.25	-	-	-
2,4(10)-Thujadien	-	0.07	-	-	-
Dodecane	0.04	0.27	-	-	0.12
Z-Limonene-1,2epoxide	-	0.11	-	-	-
E-Citral	-	0.06	-	-	-
5-Allyl-4-(1-(P-Aminophenyl)Ethylidenehy	-	-	-	27.69	-
Linalool-L	-	-	-	7.77	-
Carvacrol Methyl Ether	0.39	0.23	-	0.68	0.27
Laurinsaeure,4-Octylester	0.25	-	-	0.14	0.63
Pulegone	5.85	2.09	-	7.94	9.68
Endo-Borneol	-	-	-	0.25	-

Linalool Oxide Cis	-	0.30	-	0.07	-
Cyclopentasiloxane,Decamethyl-	0.06	0.34	-	0.02	0.10
Borneol L	0.09	-	-	-	-
Tetradecane	0.07	-	-	-	0.07
Tridecane	0.02	-	-	-	0.06
Tricyclene	0.06	-	-	-	0.11
Beta Phelllandrane	-	-	-	-	0.23
3,Oxatricyclo [4.1.1.0(2,4)] Octane	-	-	-	-	0.29
Cis-Myrtaol	-	-	-	-	0.09
Limonene Oxide Cis	-	0.30	-	-	0.13
Longifolene	-	-	-	-	0.09
Benzaldehyde	-	0.11	-	-	-
Cyclotetrasiloxane,Octamethyl-	-	-	-	-	0.09
Benzene-Methyl (1-Methylethyl)	35.83	59.3	-	-	43.32
Cyclotrisiloxane, Hexamethyl	-	-	-	-	0.10
3-5-Octadien -2-One	0.15	-	-	-	0.21
2,5-cyclohexadiene-1,4-Dione,2-Methyl	0.20	-	-	0.13	0.28
Dodecane,2,2.11.11-Tetramethyl	0.05	0.12	-	0.03	0.16
Tetradecane,2,2-Diemthyl	0.06	0.12	-	-	0.17
Propanoic Acid 2-Methyl 2,2 Dimethyl	-	-	-	-	0.17

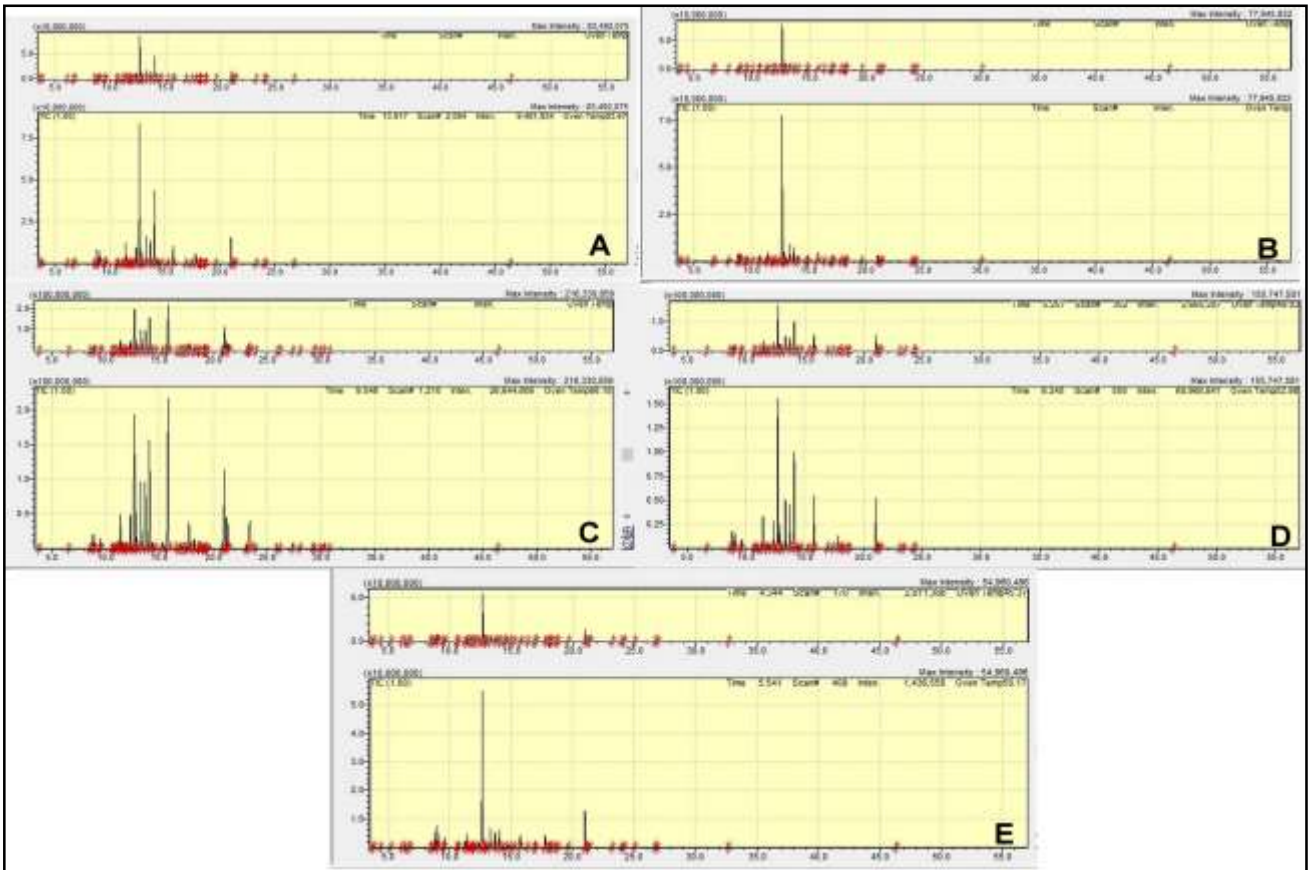


Figure 1. The total ion chromatograms (TIC) of studied Lupin specimens (A: Lutop, B: Lublanc, C: Belera, D: Tanjil, E: EGY-105).

Şekil 1. Çalışılan acı bakla örneklerinin toplam iyon kromatogramları

In common components found in all samples were Butanoic acid, 2-methyl-methyl ester, alpha-thujene, alpha-pinene, 1, 3, 6-octatriene, 3, 7-dimethyl-, (E), delta 3-carene, d-limonene, eucalyptol (1, 8-cineole) cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methylethe- (cis). It was determined that the samples had original components,

for example, geraniol formate, 2-propen-1-ol, 3-phenyl-, 3-octen-5-yne, 2,7-dimethyl-, santolina triene, cyclohexanol, 2-methyl-5-(1-methylethe), 2-cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methyl), thymyl methyl ether, phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl) components are essential for Belera. On the other hand, azulene

and longifolene are determined only EGY-105, 5-allyl-4-(1-(P-aminophenyl) ethylidene) ethyl and linalool-L are essential for Tanjil.

According to our analyses, α -terpinene is found high rates in Lutop (3.57 %) and Belera (2.99 %) samples (Table 2). It has perfume and flavour properties but is mainly used to give a pleasant odour to industrial liquids and it is present in different essential oils. Interestingly, the other lupin which is the same origin as Belera does not contain this component. One another compound, α -pinene is present in all samples, but the ratio is high in the sample from Egypt (EGY-105). The anti-inflammatory, antimicrobial and acetylcholinesterase inhibitory activities of α -pinene have been reported before (Grundschober, 1979; Sullivan et al., 1979). In particular, this sample can be evaluated pharmacologically and can be an alternative source to *Cannabis* species that contains large amounts of α -Pinene and whose pharmacologically active ingredients have significant drug effects (Kumar et al., 2021).

Another important component, pulegone is available in lupin samples in different proportions except Belera.

Pulegone is a naturally synthesized organic plant substance emerged from the essential oils of many kinds of plants such as *Mentha piperita*, *Nepeta cataria* (catnip), and pennyroyal (Nissen et al., 2010; Russo, 2011) and it is used in the perfumery, in flavouring and aromatherapy. Besides, santolina triene, a monoterpene and previously reported to be found in different plant species (*Santolina insularis*, *Santolina corsica* and *Cinnamomum osmophloeum* etc.), was found only in the Belera sample from Austria.

As far as we know, there is a limited number of study about lupins chemical composition, and the volatile compounds of *Lupinus albus* and *L. angustifolius* genotypes has not been studied yet. The chemical compounds of *L. albus* species was studied by Erbaş et al. (2005), and in this study, the nutritional and chemical properties of the white lupin (*L. albus* L.) was characterised via HPLC system. In the other study Yorgancılar and Bilgiçli (2014), investigated the chemical changes of lupin seed during different bulgur process methods by using GC and HPLC.

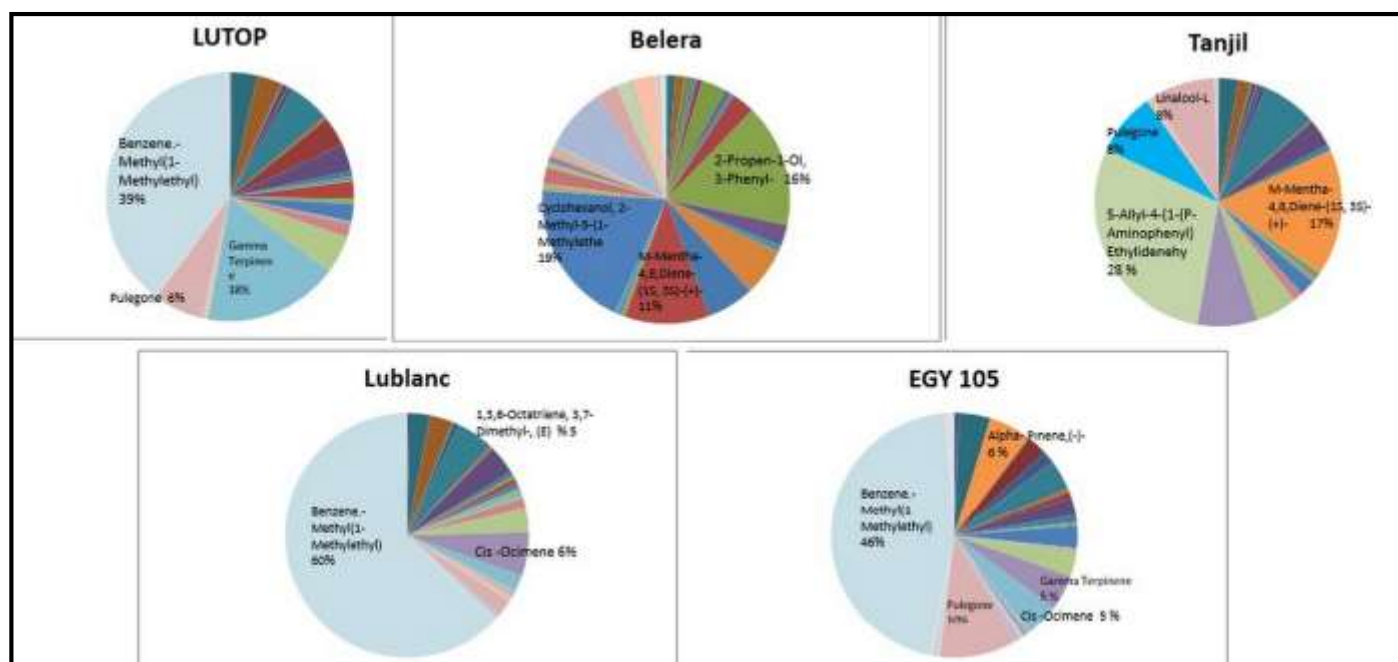


Figure 2. The pie charts of most found compounds in studied Lupinus samples

Şekil 2. Çalışılan acı bakla örneklerinde en çok bulunan bileşiklerin dairesel grafikleri

CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

In this study, five *Lupinus albus* and *L. angustifolius* genotypes from different regions were analysed using DVB/CAR/PDMS-SPME fibre via GC/MS. To our best of knowledge, interestingly, this study is the first attempt regarding various lupin genotypes volatile compounds with SPME. It is very important to detect the essential natural components which have enormous influences on the lupin samples originating from different geographical locations. Such kind of

studies, aiming at revealing the active biochemical compounds from plants or any tissue of plants and their possible potentials, is one of prime issues regarding detailed future investigations.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank Nihal İLHAN for her valuable support for the analysis.

Contribution Rate Statement Summary of Researchers

Authors declares the contribution of the authors is equal.

Conflict of Interest Statement

The authors of the article declare that there is no conflict of interest between them.

REFERENCES

- Abraham, E. M., Ganopoulos, I., Madesis, P., Mavromatis, A., Mylona, P., Nianiou-Obeidat, I., Parissi, Z., Polidoros, A., Tani, E., & Vlachostergios, D. (2019). The use of lupin as a source of protein in animal feeding: Genomic tools and breeding approaches. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(4), 851.
- Arnoldi, A., Boschin, G., Zanoni, C., & Lammi, C. (2015). The health benefits of sweet lupin seed flours and isolated proteins. *Journal of Functional Foods*, 18, 550-563.
- Arthur, C. L., & Pawliszyn, J. (1990). Solid-Phase Microextraction with Thermal-Desorption Using Fused-Silica Optical Fibers. *Analytical Chemistry*, 62(19), 2145-2148.
- Bähr, M., Fechner, A., Kiehntopf, M., & Jahreis, G. (2015). Consuming a mixed diet enriched with lupin protein beneficially affects plasma lipids in hypercholesterolemic subjects: A randomized controlled trial. *Clinical Nutrition*, 34(1), 7-14.
- Bhardwaj, H. L., & Hamama, A. A. (2012). Cultivar and growing location effects on white lupin immature green seeds. *Journal of Agricultural Science*, 4(2), 135.
- Bicchi, C., Cordero, C., Liberto, E., Rubiolo, P., & Sgorbini, B. (2004). Automated headspace solid-phase dynamic extraction to analyse the volatile fraction of food matrices. *Journal of Chromatography A*, 1024(1-2), 217-226.
- Bicchi, C., Drigo, S., & Rubiolo, P. (2000). Influence of fibre coating in headspace solid-phase microextraction-gas chromatographic analysis of aromatic and medicinal plants. *Journal of Chromatography A*, 892(1-2), 469-485.
- Brummund, M., & Świecicki, W. (2011). The recent history of lupin in agriculture. Lupin crops: an opportunity for today a promise for the future. Proceedings of the 13th International Lupin Conference, Poznan, Poland, 6-12 June 2011.
- Cardoso, D., Pennington, R. T., De Queiroz, L., Boatwright, J. S., Van Wyk, B.-E., Wojciechowski, M., & Lavin, M. (2013). Reconstructing the deep-branching relationships of the papilionoid legumes. *South African Journal of Botany*, 89, 58-75.
- Cowling, W. A., Buirchell, B. J., & Tapia, M. E. (1998). *Lupin. Lupinus L.* International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI).
- Cowling, W. A., Huyghe, C., & Swiecicki, W. (1998). Lupin breeding. *Lupins as crop plants: biology, production and utilization.*, 93-120.
- Culvenor, C., & Petterson, D. (1986). Lupin toxins-alkaloids and phomopsins. 4. International Lupin Conference, p. 188-198, Geraldton, (WA) Australia, 17-22 Aug 1986.
- Duranti, M., Consonni, A., Magni, C., Sessa, F., & Scarafoni, A. (2008). The major proteins of lupin seed: characterisation and molecular properties for use as functional and nutraceutical ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 19(12), 624-633.
- Elma, F., Çetin, H., Yorgancılar, M., & Acar, R. (2021). Detection of Metabolite Content in Local Bitter White Lupin Seeds (*Lupinus albus L.*) and Acaricidal and Insecticidal Effect of its Seed Extract. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(4), 407-413.
- Erbaş, M., Certel, M., & Uslu, M. (2005). Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus L.*). *Food Chemistry*, 89(3), 341-345.
- Ercan, L., & Dogru, M. (2022). Determination of Antimicrobial Activity of *Nasturtium officinale* and Its Content of Volatile Organic Compounds and Fatty Acids. *Ksu Tarım Ve Doga Dergisi-Ksu Journal of Agriculture and Nature*, 25, 11-21. doi:10.18016/ksutarimdoga.vi.1001837
- Gresta, F. W., M.; Prins, U.; Abberton, M.; Capraro, J.; Scarafoni, A.; Hill, G. (2017). Lupins in European Cropping Systems. In D. Murphy-Bokern, Stoddard, F., Watson, C., (Ed.), *In Legumes in Cropping Systems* (pp. 88-108). CABI: Wallingford, Oxfordshire.
- Grundschober, F. (1979). Literature review of pulegone. *Perfum. Flavorist*, 4, 15-17.
- Guo, X., Shang, W., Strappe, P., Zhou, Z., & Blanchard, C. (2018). Peptides derived from lupin proteins confer potent protection against oxidative stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(14), 5225-5234.
- Ishaq, A. R., El-Nashar, H. A., Younis, T., Mangat, M. A., Shahzadi, M., Ul Haq, A. S., & El-Shazly, M. (2022). Genus *Lupinus* (Fabaceae): a review of ethnobotanical, phytochemical and biological studies. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 74(12), 1700-1717.
- Kataoka, H., Lord, H. L., & Pawliszyn, J. (2000). Applications of solid-phase microextraction in food analysis. *Journal of Chromatography A*, 880(1-2), 35-62.
- Krutz, L., Senseman, S., & Sciumbato, A. (2003). Solid-phase microextraction for herbicide determination in environmental samples. *Journal of Chromatography A*, 999(1-2), 103-121.
- Kumar, P., Mahato, D. K., Kamle, M., Borah, R., Sharma, B., Pandhi, S., Tripathi, V., Yadav, H. S., Devi, S., & Patil, U. (2021). Pharmacological

- properties, therapeutic potential, and legal status of *Cannabis sativa* L.: An overview. *Phytotherapy Research*, 35(11), 6010-6029.
- Lucas, M. M., Stoddard, F. L., Annicchiarico, P., Frías, J., Martínez-Villaluenga, C., Sussmann, D., Duranti, M., Seger, A., Zander, P. M., & Pueyo, J. J. (2015). The future of lupin as a protein crop in Europe. *Frontiers in Plant Science*, 6, 705.
- Mohamed, A., & Rayas-Duarte, P. (1995). Composition of *Lupinus albus*. *Cereal Chemistry*, 72(6), 643-647.
- Muselli, A., Pau, M., Desjobert, J.-M., Foddai, M., Usai, M., & Costa, J. (2009). Volatile constituents of *Achillea ligustica* All. by HS-SPME/GC/GC-MS. Comparison with essential oils obtained by hydrodistillation from Corsica and Sardinia. *Chromatographia*, 69(5), 575-585.
- Nasir, M., Sidhu, J. S., & Sogi, D. S. (2022). Processing and Nutritional Profile of Mung Bean, Black Gram, Pigeon Pea, Lupin, Moth Bean, and Indian Vetch. *Dry Beans and Pulses: Production, Processing, and Nutrition*, 431-452.
- National Center for Biotechnology Information. (2022). *PubChem Compound Summary for CID 7406, Cumene*. Retrieved December 28 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cumene#section=Use-and-Manufacturing>
- Nissen, L., Zatta, A., Stefanini, I., Grandi, S., Sgorbati, B., Biavati, B., & Monti, A. (2010). Characterization and antimicrobial activity of essential oils of industrial hemp varieties (*Cannabis sativa* L.). *Fitoterapia*, 81(5), 413-419.
- Pascual, H. (2004). *Lupinus mariae-josephi* (Fabaceae), nueva y sorprendente especie descubierta en España. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*.
- Pereira, A., Ramos, F., & Sanches Silva, A. (2022). Lupin (*Lupinus albus* L.) Seeds: Balancing the Good and the Bad and Addressing Future Challenges. *Molecules*, 27(23), 8557.
- Russo, E. B. (2011). Taming THC: potential cannabis synergy and phytocannabinoid-terpenoid entourage effects. *British journal of pharmacology*, 163(7), 1344-1364.
- Shaaban, A., Al-Elwany, O. A., Abdou, N. M., Hemida, K. A., El-Sherif, A., Abdel-Razek, M. A., Semida, W. M., Mohamed, G. F., El-Mageed, A., & Taia, A. (2022). Filter mud enhanced yield and soil properties of water-stressed *Lupinus termis* L. in saline calcareous soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22(2), 1572-1588.
- Sirtori, C. R., Triolo, M., Bosisio, R., Bondioli, A., Calabresi, L., De Vergori, V., Gomaraschi, M., Mombelli, G., Pazzucconi, F., & Zacherl, C. (2012). Hypocholesterolaemic effects of lupin protein and pea protein/fibre combinations in moderately hypercholesterolaemic individuals. *British Journal of Nutrition*, 107(8), 1176-1183.
- Sullivan, J. B., Rumack, B. H., Thomas, H., Peterson, R. G., & Bryson, P. (1979). Pennyroyal oil poisoning and hepatotoxicity. *Jama*, 242(26), 2873-2874.
- Świ\cecicki, W., Świ\cecicki, W. K., & Wolko, B. (1996). *Lupinus anatolicus* — a new lupin species of the old world. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 43(2), 109-117.
- Święcicki, W., Kroc, M., & Kamel, K. A. (2015). Lupins. In *Grain Legumes* (pp. 179-218). Springer.
- Święcicki, W., Wolko, B., & Naganowska, B. (2002). *Lupinus anatolicus* and *L. × hispanicoluteus*-morphological, biochemical and cytological characterization. Broad variation and precise characterization-limitation for the future. Proceedings of the XVIth EUCARPIA Genetic Resources Section workshop, Poznań, Poland, 16-20 May 2001.
- Toluene Synopsis. (1990). Toluene Chemical Product Synopsis. Mannsville Chemical Products Corp. In *Asbury Park, NJ*. March 1990.
- Ulrich, S. (2000). Solid-phase microextraction in biomedical analysis. *Journal of Chromatography A*, 902(1), 167-194.
- Van de Noort, M. (2017). Lupin: An important protein and nutrient source. In *Sustainable protein sources* (pp. 165-183). Elsevier.
- Yorgancılar, M., Babaoglu, M., Hakki, E. E., & Atalay, E. (2009). Determination of the relationship among Old World Lupin (*Lupinus* sp.) species using RAPD and ISSR markers. *African Journal of Biotechnology*, 8(15), 3524-3530.
- Yorgancılar, M., & Bilgiçli, N. (2014). Chemical and nutritional changes in bitter and sweet lupin seeds (*Lupinus albus* L.) during bulgur production. *Journal of food science and technology*, 51(7), 1384-1389.



ARMA Modeli ile Türkiye Antep Fıstığı Üretimi Tahmini

Ruken ÖZTEP¹, Ferruh İŞİN²

¹Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Siirt ²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir
¹<https://orcid.org/0000-0002-6505-3141>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4152-0558>

✉: ruken.oztep@siirt.edu.tr

ÖZET

Antep fıstığı (*Pistacia vera*) uluslararası ticarete önemli bir paya sahip, çerezlik olarak tüketilen, tatlı ve şekerleme sanayisinde kullanılan sert kabuklu bir meyvedir. Gelecek dönemlerde Antep fıstığı üretim miktarının tahmin edilmesi hem sürdürülebilir tarımsal planlamanın yapılabilmesi hem de tarım politikalarının gerçekçi olarak saptanabilmesine yönelik üretim öngörüsü ile ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışma FAO ve TÜİK'ten elde edilen 1961-2021 dönemine ait 61 yıllık verilerden yararlanarak 2022-2026 dönemine ait Türkiye Antep fıstığı üretimini öngörmeyi ve öneriler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Antep fıstığı için üretim öngörüsünde Box-Jenkins'in ARMA modelinden yararlanılmış olup, en uygun istatistiksel sonuçlar ARMA (2,3) modelinden elde edilmiştir. Model sonuçlarına göre, Türkiye'nin 2022 yılında Antep fıstığı üretiminin 2021 yılına göre %58.93 artarak 189.697 tona ulaşacağı öngörülmüştür. Antep fıstığı üretiminin 2023 ila 2026 yıllarında sırasıyla 130.100, 168.100, 105.982 ve 132.166 ton olarak gerçekleşeceği öngörülmüştür. Öngörü yapılan yıllarda periyodisiteden dolayı üretim ve verimde bir istikrarsızlığın yaşanacağı anlaşılmaktadır. Bu durumun önüne geçilebilmesi için periyodisite eğilimi düşük olan çeşitler tercih edilmeli, Türkiye'de yaygın olarak uygulanan kıraç ve taşlık arazide yetiştiricilik yerine sulama imkânı olan araziler tercih edilmeli ve sulu koşullarda üretim yapılmalıdır.

Tarım Ekonomisi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 18.08.2022

Kabul Tarihi : 27.02.2023

Anahtar Kelimeler

Antep fıstığı

Zaman serisi

Öngörü

Turkish Pistachio Production Projection with the ARMA Model

ABSTRACT

Pistachio (*Pistacia vera*) is a hard-shelled fruit that has an important share in international trade. Pistachio is consumed as a snack and used in the sweet and confectionery industry. It is necessary to carry out studies related to production forecasting in order to predict the amount of pistachio production in the future, to make sustainable agricultural planning and to determine agricultural policies realistically. This study aims to predict Turkey's pistachio production for the period of 2022-2026 and to develop suggestions by using 61 years of data for the period 1961-2021 obtained from FAO and TUIK. Box-Jenkins' ARMA model was used in the production prediction for pistachios, and the most appropriate statistical results were obtained from the ARMA (2,3) model. According to the model results, it is predicted that Turkey's pistachio production in 2022 will increase by 58.93% compared to 2021 and reach 189,697 tons. It is predicted that pistachio production will be 130,100, 168,100, 105,982 and 132,166 tons in the years of 2023, 2024, 2025 and 2026, respectively. It is understood that there will be an instability in production and efficiency due to periodicity in the predicted years. In order to prevent this situation, varieties with low periodicity tendency should be preferred, lands with irrigation facilities should be preferred instead of cultivation in arid and stony land, which is widely practiced in Turkey, and production should be made in irrigated conditions.

Agricultural Economics

Research Article

Article History

Received : 18.08.2022

Accepted : 27.02.2023

Keywords

Pistachio

Time series

Forecast

Atf Şekli:	Öztep, R., & Işın, F., (2023). ARMA Modeli ile Türkiye Antep Fıstığı Üretimi Tahmini. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26(4)</i> , 878-887. https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.1163930 .
To Cite:	Öztep, R., & Işın, F., (2023). Turkish Pistachio Production Projection with the ARMA Model. <i>KSU J. Agric Nat 26(4)</i> , 878-887. https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.1163930 .

GİRİŞ

Antep fıstığı (*Pistacia vera*), dünyada özellikle 30°- 45° paralelleri arasında yetişen kurakçıl bir bitkidir. Kuraklık ve tuzluluk koşullarına karşı yüksek toleransa sahiptir. Antep fıstığı Orta Asya ve Yakın Doğu olmak üzere iki adet gen merkezine sahiptir. Üretimde birinci sırada yer alan İran'da yaygın olarak yetiştirilen çeşitler Ohadi, Ahmad Aghaii, Kallagouchi iken, ABD'de Kerman, Lost Hills, Golden Hills çeşitleri yaygın olarak yetiştirilmektedir (Ferguson et al. 2005; Yavuz ve ark., 2016). İstatistiklere yansıyan rakamlara göre dünyanın yaklaşık 21 ülkesinde Antep fıstığı üretimi yapılmaktadır. İlk olarak Orta Asya ve Yakın Doğu'da üretilen Antep fıstığı 1957 yılında Amerika'da üretilmeye başlamıştır (Yavuz ve ark., 2016).

Türkiye'de yetiştirilen Antep fıstığı çeşitleri genel olarak yoğun aromalı, lezzeti yüksek, küçük ve uzun çeşitlerdir. İran ve Amerika'da yetiştiriciliği yapılan çeşitler ise verim olarak daha yüksek fakat lezzetçe zayıf, yuvarlak şekilde, çıtlaklık oranı yüksek ve iri yapıdadır (Temel & Aksoy, 2020). Dünyada 2015 yılında toplam Antep fıstığı dikim alanı 656.719 hektar iken, 2020 yılında %30.65'lik artışla 857.984 hektara ulaşmıştır. Türkiye 2020 yılı itibarıyla 381.847 hektarlık dikim alanı ile dünyadaki dikim alanlarının %44.51'ine sahiptir. İran, 162.960 hektar ile %18.99; ABD ise 150.543 hektar ile %17.55'lik paya sahiptir. Türkiye'nin üretim alanı 2015 yılında 57.996 hektar iken, 2020 yılında %558.40 artarak 381.847 hektara, ABD'nin üretim alanı 94.292 hektar iken, %59.66 artarak 150.543 hektara ulaşmıştır. İran ise 2015 yılında 334.000 hektar alana sahip iken, 2020 yılında bu alan %51.21 azalarak 162.290 hektara gerilemiştir (Anonymus, 2022).

FAO'nun 2020 yılı verilerine göre dünyada üretilen toplam Antep fıstığı 1.205.532 tondur. ABD 474.004 ton ile Antep fıstığı üretiminin %39.32'sine; Türkiye 296.376 ton ile %24.58'ine; İran ise 190.000 ton ile %15.76'sına sahiptir. Çin ve Suriye ise üretimde sırasıyla 80.227 ton ile %6.65 ve 69.403 ton ile %5.76'lık paya sahiptir. Dünyada Antep fıstığı üretim miktarı 2015 yılında 945.120 ton iken, 2020 yılında %27.55'lik artış ile 1.205.532 tona ulaşmıştır. ABD'nin Antep fıstığı üretim miktarı 2015 yılında 122.470 ton iken, 2020 yılında %287.04'lük artış ile 474.004 tona, Türkiye'nin üretim miktarı 2015 yılında 144.000 ton iken, 2020 yılında %105.82'lik artış ile 296.376 tona ulaşmıştır. İran'da ise 2015 yılında 430.000 ton Antep fıstığı üretimi gerçekleştirilirken, 2020 yılında %55.81'lik azalma ile 190.000 tonluk üretim gerçekleştirmiştir. Periyodisite eğiliminden dolayı Antep fıstığı üretim miktarında yıldan yıla

değişme görülmektedir (Ertürk ve ark., 2015; Temel & Aksoy, 2020; Anonymus, 2022).

Antep fıstığı üretiminde önde gelen ülkelerde son altı yıla ait hektara verim değerleri incelendiğinde; ABD'nin 2.996 kg ile ilk sırada yer aldığı, daha sonra sırasıyla Çin 2.957 kg, Türkiye 1.351 kg, İran 1.145 kg ve Suriye'nin 878 kg ile bunu takip ettikleri görülmektedir. Antep fıstığı hektara verim değerlerinde 2015 ve 2020 yılları arasındaki değişimler kıyaslandığında ise ABD'de %142.42, Suriye'de %31.11'lik artış görülürken, Türkiye'de %68.74, İran'da %9.44 ve Çin'de %0.75'lik düşüş görülmekte, ayrıca periyodisiteden kaynaklı dalgalanmalar yaşandığı da görülmektedir (Anonymus, 2022).

Antep fıstığı üretimi açısından başlıca ülkelere ait 2015-2020 yılları arası Antep fıstığı üretim miktarları ortalamalarına göre; ABD birinci, İran ikinci, Türkiye ise üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye'de İran ve ABD'ye oranla Antep fıstığı üretim miktarının düşük olması İran ve ABD'de üretimin ovalarda, sulu koşullarda, büyük arazilerde, birim alana sık ağaç dikimi ile yapılması ve daha yüksek verim alınmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye'de ise Antep fıstığı bahçeleri daha ziyade kıraç, taşlık ve meyilli arazilerde bulunmakta ve büyük bir bölümünde sulama yapılmamaktadır. Kuru koşullarda dekara ortalama 60-80 kg ürün alınırken, sulu koşullarda entansif yetiştiricilikte Siirt çeşidinden 262 kg verim alınabilmektedir. Türkiye'de son yıllarda Antep fıstığında sulamanın önemini fark eden üreticilerin bir kısmı, küçük bir alanda sulama yapmaktadırlar. Antep fıstığının kurak alanlarda yetiştirilmesi, verim ve kalitenin yağışa bağımlılığını arttırmaktadır (Arpacı ve ark., 2005; Tiryaki, 2013; Aslan, 2014; Karacan & Ceylan, 2017; Anonymus, 2022).

Antep fıstığı aynı zamanda uluslararası ticarete de önemli paya sahiptir. FAO 2020 yılı istatistiklerine göre Antep fıstığı ihracatı dünyada yaklaşık 3.2 milyar USD'ye ulaşmıştır. ABD 1.47 milyar USD ile dünya Antep fıstığı ihracatında birinci sırada, İran ikinci, Türkiye ise 152.88 milyon USD ile dördüncü sırada yer almaktadır (Anonymus, 2022).

Türkiye'de, Antep fıstığı üretiminde düzenli bir artış sağlayabilmek amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı'nca yürütülen projelerde öncelikle mevcut aşılabilir yabancı ağaçların değerlendirilmesine ağırlık verilmektedir. Ayrıca Antep fıstığı üretimini artırmak amacıyla periyodisite eğilimi daha az olan ve daha gösterişli meyvelere sahip olan Siirt çeşitleri üzerinde çalışmalar da sürdürülmektedir (Ertürk ve

ark., 2015).

Uluslararası Fındık ve Kuru Meyve Konseyi'nin 2019 yılı verilerine göre başlıca ülkelerde yılda kişi başına Antep fıstığı tüketim miktarları sırasıyla: Suriye'de 1.370 g , Türkiye'de 1.235 g, İran'da 374 g, İspanya'da 357 g, ABD'de 352 g' iken, dünya ortalaması 88 g'dır (Anonymus, 2021).

Türkiye'de Antep fıstığı üzerine üretim, tüketim ve ticarete ilişkin mevcut çalışmalar bulunmaktadır (Arpacı ve ark., 2005; Tiryaki, 2013; Ertürk ve ark., 2015) ancak Antep fıstığında üretim miktarı tahminlemesine ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır. Türkiye'de Antep fıstığı üretimi üzerinde iklim değişikliği, maliyetler, destekleme düzeyleri, dış ticaret politikaları ve iç piyasa fiyatları etkili olabilmektedir. Bu nedenle Antep fıstığı üretiminde gelecek tahminleri yapan çalışmalara da ihtiyaç vardır. Gelecek dönemlerde Antep fıstığı üretim miktarının tahmin edilmesi hem sürdürülebilir tarımsal planlamanın hem de tarım politikalarının gerçekçi olarak saptanabilmesi açısından önemli katkılar sağlayabilecektir.

Bu çalışma Antep fıstığı sektörünün mevcut durumunu güncel verilerle çeşitli yönlerden ortaya koyma; üretimi, yetiştirme tekniği, ticareti açısından öne çıkan sorunların belirlenerek bu sorunlara yönelik stratejiler geliştirilebilmesine katkı sağlama açısından önemlidir.

Bu çalışmanın amacı 1961-2021 dönemine ait zaman verileri ışığında 2022-2026 yılları arası Türkiye Antep fıstığı üretim miktarı için tahmin oluşturmaktır.

MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada, Türkiye'nin Antep fıstığı üretim durumunun tespit edilmesinde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) istatistikleri, ayrıca Gaziantep Ticaret Odası, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü'nün (TEPGE) ve diğer kuruluşların ilgili verilerinden ve konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalardan yararlanılmıştır.

Çalışmada; Dünya Antep fıstığı üretimi değerlendirmelerinde 2015-2020 yılları arası Dünya Antep fıstığı üretimine dair verilerden yararlanılmış, zaman serisi analizinde ise Türkiye Antep fıstığı üretim miktarının 1961-2021 yılları arası verileri değerlendirme kapsamına alınmıştır.

Bu çalışmada; üretim, tüketim ve dış ticarete ilişkin elde edilen makro düzeydeki veriler, öncelikle Excel programı aracılığıyla düzenlenmiş, sonrasında veriler endeks yardımıyla değerlendirilmiştir.

Öngörü sürecine yönelik çalışmalarda, verinin kendisine ait geçmiş değerleri ile sıfır ortalama ve sabit varyanslı korelasyonsuz rassal bir hata teriminin bugünkü ve gecikmeli değerleri ile açıklanmasına

olanak veren Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average, ARIMA) yöntemine sıkça başvurulmaktadır. Yöntem, George Box ve Gwilyn Jenkins tarafından geliştirilmiş ve bu yüzden Box-Jenkins yöntemi olarak da anılmaktadır (Uçum, 2016). Üzerinde çalışılan zaman serisinin durağan olduğu varsayımına dayalı olan bir yöntemdir. Box-Jenkins yaklaşımına göre ARIMA modelleri oluşturabilmek için; (1) Modeli Tanımlama, (2) Parametre Tahmini ve Seçim, (3) Modeli Doğrulama ve (4) Modelin kullanımı adımları takip edilmiştir (Bars ve ark., 2018).

Genel olarak üretim miktarına ilişkin öngörü sürecinde ekonomik modelleme;

$Y_t = f(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, \varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots)$ (1) formunda ele alınacaktır. Bu çerçevede Box-Jenkins yöntemi kullanılarak değişkenler için çeşitli istatistiksel modeller oluşturulmuştur (Sevütekin, 2017).

Bu kapsamda modelleme verilerin uygunluğuna bağlı olarak istatistiksel anlamda, otoregresif süreç (AR(p))

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2),$$

hareketli ortalama süreci (MA(q))

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3)$$

ve otoregresif hareketli ortalama süreci (ARMA(p,q))

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (4) \text{ olarak uygulanmıştır.}$$

Zaman serileri uygulamalarında öncelikle serilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Jarque-Bera katsayısı ile test edilmiştir. Ayrıca zaman serisi analizlerinde durağan bir veri setine ihtiyaç duyulmaktadır. Seriler durağan ise ortalaması, varyansı zaman içinde değişmemektedir. Aynı zamanda iki dönem arasındaki kovaryans değeri hesaplandığı döneme değil de sadece iki dönem arasındaki uzaklığa bağlıysa zaman serisi durağandır (Gujarati, 2006). Durağanlık sahte regresyonun oluşmaması bakımından önemlidir. Serilerin durağan olup olmadıkları birim kök testleriyle analiz edilmektedir. Birim kök testleri, trend verilerinin ilk olarak farklılaştırılması gerekip gerekmediğini belirlemek için kullanılmaktadır. Çalışmada öncelikle, hata terimi ε_t 'nin otokorelasyonlu olduğu varsayılarak buna uygun olarak serilerin durağan olup olmadığı ve kaçınıcı dereceden durağan olduğu Genişletilmiş Dikey-Fuller (Augmented Dikey-Fuller, ADF) birim kök testi ile saptanmıştır (Gujarati, 2016). Eviews 12 Univ. Programında uygun gecikme sayısı, otomatik olarak modele dahil edilmiştir. Bu amaçla yapılan birim kök testinde süreç üç farklı model yaklaşımıyla test edilebilmektedir. Bunlar aşağıdaki formlarda gerçekleştirilmektedir (Dickey & Fuller, 1981):

$$\text{Sabitsiz ve trendsiz model: } \Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (5),$$

$$\text{Sabitli model: } \Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (6),$$

Sabitli ve trendli model: $\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \Sigma_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t$ (7).

Çalışmada yapılan testler sonucu elde edilen istatistikler MacKinnon (1996) kritik değerleriyle karşılaştırılmakta ve $p < 0,01$ ise serinin durağan olduğunu ifade eden sıfır hipotezi ($H_0: \delta = 0$) ve seri durağan olmadığını ifade eden alternatif hipotez ($H_1: \delta \neq 0$) test edilmektedir. Analizlerde maksimum gecikme uzunluğu (10 gecikme) mevcut veriye bağlı olarak belirlenmekte, bilgi kriteri olarak Schwarz (SIC) ya da Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılabilir. Analizlerde maksimum gecikme uzunluğu (10 gecikme) mevcut veriye bağlı olarak belirlenmekte, bilgi kriteri olarak Schwarz (SIC) ya da Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılabilir.

Zaman serileri analizinde E-views 12 Univ. programı kullanılmıştır. Durağan olduğu saptanan serinin durağanlık düzeyleri, serilerin maksimum gecikme uzunluğu seriyeye uygun olarak alınarak korelagramları ve ACF ve PACF'ler incelenmiştir. Bu çerçevede modellerin otoregresif süreç (AR) ve hareketli ortalama süreç (MA) düzeyleri saptanmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan logaritması alınmış seri düzeyde durağan olduğundan fark alma işlemi gerçekleştirilmemiş bu nedenle öngöründe ARMA (p, q) modeli kullanılmıştır.

Uygun modelin seçiminde, AIC (Akaike info criterion) değeri kullanılmıştır. AIC, istatistiksel bir modelin uyum iyiliğinin bir ölçüsüdür. AIC modele eklenen değişkenlerin yarattığı yükselmeye sınırlama getirerek düzenlenmiştir. Model karşılaştırmalarında her zaman en düşük AIC değerini veren model tercih edilir (Ucal, 2006). Analiz sonucu elde edilen yedi model tablolaştırılarak AIC değeri en düşük model tercih edilmiştir. Tercih edilen modelin diognastik testleri, kalıntı korelogramları (Correlogram of Residuals) incelenmiştir. Ayrıca belirlenen ARIMA modellerinin istikrarlı olup olmadığını belirlemek amacıyla ters köklerinin birim çemberin içinde olup olmadığı araştırılmıştır. Kalıntılar korelogramında p olasılık değerleri 0.05'ten büyük ise kalıntılar otokorelasyonsuz ve seri durağan olup, modelin tahmin için en uygun olduğuna kara verilir. Modeller, bu yaklaşımla seçilmiş ve öngörüler yapılmıştır. Tahminlemeye en uygun modelin belirlenmesi için, oluşturulan modellerdeki Constant prop. katsayısı değerinin 0.05'in altında; Akaike kriteri, Hannan-Quinn ve Schwarz kriter değerlerinin diğer modellere göre düşük olması dikkate alınmıştır.

BULGULAR

Türkiye'de 2004-2021 yıllarında toplam Antep fıstığı dikim alanları %77.02 artarak 2.20 milyon dekadardan 3.89 milyon dekara ulaşmıştır. Türkiye Antep fıstığı üretim miktarı 2004 yılında 30 bin ton iken 2021 yılında %297.85'lik artışla 119.36 bin tona yükselmiştir. Ele alınan dönemde periyodisitenin etkisiyle üretim miktarında ve ağaç başına Antep fıstığı ortalama veriminde yıldan yıla önemli dalgalanmalar yaşanmıştır. Ağaç başına ortalama

verim değeri 2019 yılında 2 kg olmasına karşın, bu değer 2020 yılında %150.00 artarak 5 kg, 2021 yılında ise 2020 yılına göre %60.00 azalarak 2 kg olmuştur. Toplam Antep fıstığı ağacı sayısı 2004 yılında 42.50 milyon adet olup bunların %62.35'i meyve veren yaştadır. Meyve veren yaştaki ağaç sayısı 2021 yılında 2004 yılına göre %109.30'luk artışla 55.46 milyon adede ulaşmıştır. Toplam ağaç sayısı içinde meyve veren yaşta olan ağaç sayısının oranı 2021 yılında %70.06'ya yükselmiştir (Çizelge 1).

TÜİK'in 2021 yılı verilerine göre Türkiye'nin 40 ilinde Antep fıstığı yetiştiriciliği yapılmasına rağmen ekonomik olarak yetiştiricilik Şanlıurfa, Gaziantep, Siirt ve Adıyaman illerinde yapılmaktadır. Nitekim 2021 yılı verilerine göre Türkiye'deki toplam Antep fıstığı üretim miktarının %91.20'si bu illerde gerçekleşmiştir (Çizelge 2).

Türkiye'nin 1961-2021 yılları arasında gerçekleştirdiği Antep fıstığı üretimi dalgalı seyretse de önemli bir artış kaydetmiştir. Antep fıstığı üretim miktarı 1961 yılında 5280 ton iken, 2021 yılında 119.355 tona ulaşmıştır (Şekil 1). Bu veriler ile oluşturulan ARMA modeli ile Türkiye'nin 2022-2026 yılları arasında gerçekleştirdiği Antep fıstığı üretim miktarı (ton) üzerine bir tahmin çalışması gerçekleştirilmiştir.

Üretim serisinin durağan olup olmadığı, yapısal kırılma içerip içermediği ve normal dağılım gösterip göstermediği test edilmiştir. Seri, otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) korelagramları yardımıyla incelenmiş ve ayrıca ADF (Augmented Dikey-Fuller) birim kök testi ile serinin durağanlığı test edilmiştir. Şekil 1'den , serinin sabitli olduğu ve trend içerdiği gözlenmektedir. Yapılan birim kök testi sonucunda serinin sabitli, sabitli trendli ve sabitsiz trendsiz her üç modelde de durağan olmadığı saptanmıştır (Çizelge 3).

Şekil 1'den Antep fıstığı üretim serisi incelendiğinde 1961-2021 yılları arasında yapısal kırılmayı işaret edecek ani yükseliş ve düşüşlerin varlığına ilişkin bir değerlendirme yapılmasını gerektirecek bir olayın olmadığı da ifade edilebilir. Ancak serideki durağan dışılığın yapısal kırılma kaynaklı olup olmadığını ortaya koyabilmek için yapısal kırılma tarihinin bilinmediği durumlarda uygulanan Zivot-Andrews (1992) ve Perron (1997) birim kök testi yapılmıştır (Zivot & Andrews, 1992; Perron, 1997).

Zivot-Andrews (1992) tek kırılmalı birim kök testi sonuçlarına göre Model A, Model B ve Model C için elde edilen test istatistiklerinin üç kritik değerden de büyük olması, serinin birim köklü olduğunu göstermektedir. Üç model için de elde edilen kırılma tarihlerinin anlamlı bir etkisi olmadığından kırılmalar için ekonomik bir değerlendirme yapılamamaktadır (Çizelge 4).

Tek kırılmalı Perron birim kök testine göre de üretim serisine ait test istatistik değerleri tablo kritik

değerlerinden büyük olduğundan birim köklü sıfır hipotezi reddedilememektedir. Dolayısıyla üretim serisi için her üç modelde de durağan dışı sonuçlar

ortaya çıkmıştır. Seride birim kök varlığı, gerçekleşen kırılma yıllarının bir anlamının olmadığını göstermektedir (Çizelge 5).

Çizelge 1. Türkiye 2004-2021 dönemi Antep fıstığı ağaç sayıları, verim ve üretim verileri
Table 1. Turkey 2004-2021 period Pistachio tree numbers, yield and production data

Yıl Year	Meyve veren yaşta ağaç sayısı (adet) Number of trees at fruiting age (piece)	Meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı (adet) Number of trees at non-fruiting age (pieces)	Endeks Index	Toplu meyveliklerin alanı (dekar) Area of collective orchards (decares)	Verim (kg/meyve veren ağaç) Yield (kg/fruiting tree)	Üretim miktarı (ton) Production amount (tons)	Endeks Index
2004	26500000	16000000	100.00	2200000	1	30000	100.00
2005	28000000	18491000	115.57	2410000	2	60000	200.00
2006	28264261	18462394	115.39	2414670	4	110000	366.67
2007	28463676	14939052	93.37	2256846	3	73416	244.72
2008	28667681	14032781	87.70	2253713	4	120113	400.38
2009	30143997	11461604	71.64	2144897	3	81795	272.65
2010	29617102	10562487	66.02	2212229	4	128000	426.67
2011	30868412	10419574	65.12	2338368	4	112000	373.33
2012	37150045	12428352	77.68	2835517	4	150000	500.00
2013	38116209	12006181	75.04	2813553	2	88600	295.33
2014	39329512	11152593	69.70	2823338	2	80000	266.67
2015	40597427	11632973	72.71	2914179	4	144000	480.00
2016	42570004	17192812	107.46	3134316	4	170000	566.67
2017	47765596	19460186	121.63	3288041	2	78000	260.00
2018	49557873	20529250	128.31	3545003	5	240000	800.00
2019	52060513	20983692	131.15	3662103	2	85000	283.33
2020	54548247	22721902	142.01	3818466	5	296376	987.92
2021	55464465	23698780	148.12	3894509	2	119355	397.85

Kaynak: TÜİK, 2022

Çizelge 2. Türkiye 2015-2021 dönemi illere göre Antep fıstığı üretim miktarları (ton)
Table 2. Turkey 2015-2021 period pistachio production amounts by provinces (tonne)

Yıl Year	Şanlıurfa		Gaziantep		Siirt		Adıyaman		Diğer iller Other provinces	Toplam (ton) Total (tonne)
	Üretim miktarı (ton) Production amount (tonne)	Endeks Index	Üretim miktarı (ton) Production amount (tonne)	Endeks Index	Üretim miktarı (ton) Production amount (tonne)	Endeks Index	Üretim miktarı (ton) Production amount (tonne)	Endeks Index		
2015	47848	100.00	53109	100.00	11221	100.00	15368	100.00	16454	144000
2016	48106	100.54	75298	141.78	6713	59.83	18758	122.06	21125	170000
2017	28507	59.58	14762	27.80	7944	70.80	10440	67.93	16347	78000
2018	100107	209.22	90183	169.81	11301	100.71	24015	156.27	14394	240000
2019	31931	66.73	26343	49.60	12208	108.80	2667	17.35	11851	85000
2020	124534	260.27	100538	189.31	25624	228.36	25112	163.40	20568	296376
2021	38576	80.62	38443	72.39	26371	235.01	5907	38.44	10058	119837

Kaynak: TÜİK, 2022

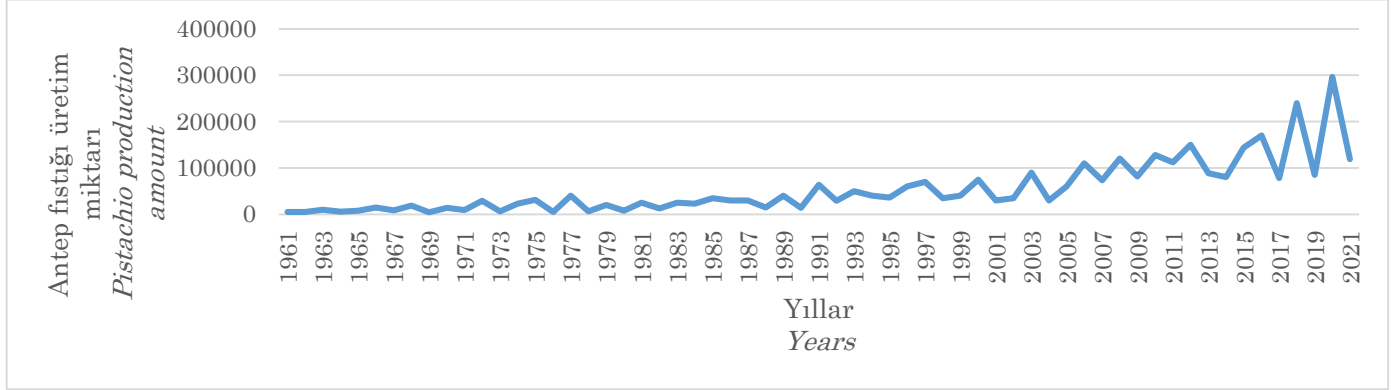
Jarque-Bera katsayısı 102.3468 (Probability = 0.0000), üretim serisinin normal dağılıma uygun olmadığını göstermektedir. Bu nedenle serinin normal dağılıma uygun ve durağan hale gelmesi için logaritması alınmıştır. Logaritmik seride Jarque-Bera katsayısı 1.874119 (Probability = 0.391778) olarak

hesaplanmıştır (Şekil 2; Şekil 3).

Daha sonra, ARMA modeli durağan serilere uygulandığından, logaritmik formdaki üretim serisinin durağanlığı test edilmiştir. Bunun için, önce logaritmik serinin zaman yolu grafiği incelenmiş ve serinin sabitli ve trendli olduğu gözlemlenmiştir. Daha

sonra serinin otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) grafikleri incelenmiştir. Korelogramda ACF değeri (örneklem korelasyonları) 0.64'ten başlayıp yavaşça azalarak sönmektedir. Bu durum, üretim verilerinin incelenmesi ve Antep fıstığı

üretiminde periyodisitenin varlığı bilindiğinden durağan bir sürecin ipuçlarını vermektedir. PACF değerlerine öncelikle AR (1) ve AR (2) modelleri uygun olup, daha sonra MA süreçleri de eklenerek en uygun model seçilmiştir (Şekil 4; Şekil 5).



Kaynak: FAO, 2022

Şekil 1. Türkiye 1961-2021 dönemi Antep fıstığı üretim miktarı değişimi

Figure 1. Turkey 1961-2021 period change in pistachio production amount

Çizelge 3. Antep fıstığı üretim serisi ADF test sonucu

Table 3. Pistachio production series ADF test result

Model Model	Gecikme uzunluğu Lag length	ADF istatistik ADF statistics	Kritik değerler Critical values			Olasılık Probability
			1%	5%	10%	
Üretim (sabitli) Production (include intercept)	9	4.480990	-3.565430	-2.919952	-2.597905	1.0000
Üretim (sabitli ve trendli) Production (include intercept and trend)	9	1.969158	-4.14865	-3.500495	-3.179617	1.0000
Üretim (sabitli ve trendli) Production (include intercept and trend)	9	5.351002	-2.611094	-1.947381	-1.612725	1.0000

Maksimum gecikme uzunluğu=10, kriter:AIC

*ADF: Augmented Dickey Fuller

Çizelge 4. Antep fıstığı üretim serisi ZA test sonucu

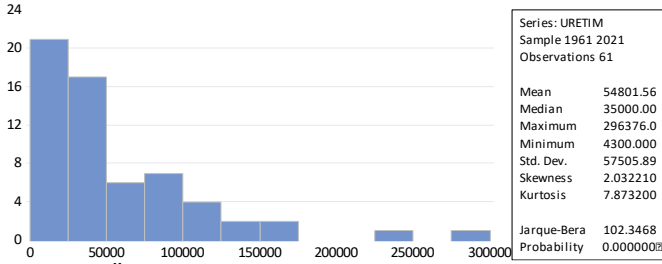
Table 4. Pistachio production series ZA test result

Model Model	Test istatistiği Test statistics	Kritik değerler Critical values			Gecikme Lag	Kırılma Break	Sonuç Result
		1%	5%	10%			
A-Üretim (Sabitli) A-Production (include intercept)	-0.771253	-5.34	-4.80	-4.58	Maksimum gecikme : 4 Maximum lag: 4	Yıl Year	Birim köklü Unit root
B-Üretim (Trendli) B-Production (include trend)	-3.000835	-4.93	-4.42	-4.11	3	2006	Birim köklü
C-Üretim (Sabitli Trendli) C-Production (include intercept and trend)	-3.148846	-5.57	-5.08	-4.82	3	2006	Birim köklü

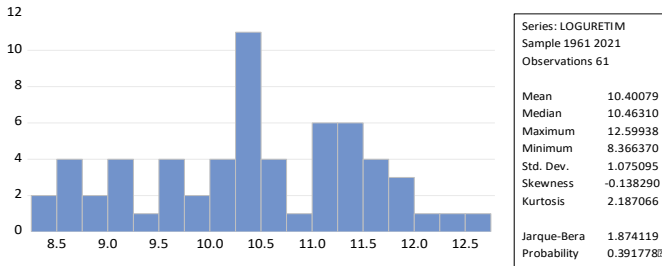
Çizelge 5. Antep fıstığı üretim serisi Perron test sonucu

Table 5. Pistachio production series Perron test result

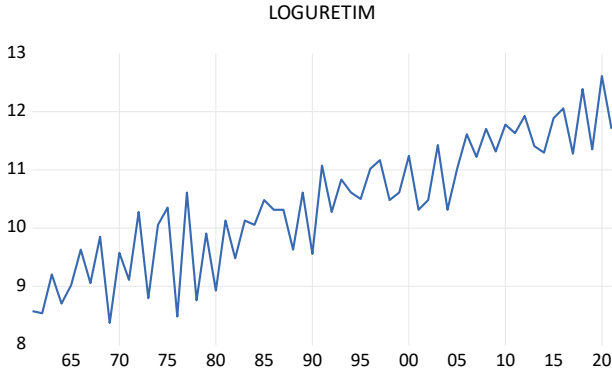
Model Model	Test istatistiği Test statistics	Kritik değerler Critical values			Gecikme Lag	Kırılma Break	Sonuç Result
		1%	5%	10%			
A-Üretim (Sabitli) A-Production (include intercept)	-1.875513	-5.92	-5.23	-4.92	Maksimum gecikme : 4 Maximum lag: 4	Yıl Year	Birim köklü Unit root
B-Üretim (Trendli) B-Production (include trend)	-4.340605	-5.45	-4.83	-4.48	2	2005	Birim köklü
C-Üretim (Sabitli Trendli) C-Production (include intercept and trend)	-4.281794	-6.32	-5.59	-5.29	2	2003	Birim köklü



Şekil 2. Üretim serisinin histogram ve istatistikleri
Figure 2. Histogram and statistics of the production series



Şekil 3. Logaritması alınmış üretim serisinin histogram ve istatistikleri
Figure 3. Histogram and statistics of logarithmed production series



Şekil 4. Antep fıstığı üretimine ilişkin logaritmik serinin zaman yolu
Figure 4. Time path of logarithmic series for pistachio production

Ancak yine de hatalı bir sonuca ulaşmamak için, serinin durağanlığı önce deterministik trendli kayan rassal yürüyüş modeli (sabitli trendli model) ve sonra kayan rassal yürüyüş modeli (sabitli model) yaklaşımıyla Augmented Dickey Fuller (ADF) testi birim kök sınaması ile test edilmiştir. Logaritmik serinin deterministik trend içerdiği ve sabitli trendli modelde düzey seviyede durağan davranış sergilediği ortaya konulmuştur. Logaritması alınmış üretim serisinin öngörü için kullanılabilir olduğuna karar verilmiştir (Çizelge 6).

En uygun modele karar vermek için, modellerdeki katsayıların önemlilik testi sonuçlarına ve tahmin serisi ile orijinal serinin birbirine olan uyumuna

bakılmıştır. Constant prob. katsayısı değerinin 0.05'in altında olması ve Akaike, Hannan-Quinn ve Schwarz kriterlerine ait değerlerin diğer modellere göre düşük olması dikkate alınarak en uygun model seçilmiştir. Buna göre düzeyde durağan olan ARMA (2,3) modeli en uygun model olarak belirlenmiştir (Çizelge 7; Çizelge 8).

Sample: 1961 2021
Included observations: 61

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.639	0.639	26.152	0.000		
2	0.769	0.609	64.641	0.000		
3	0.647	0.178	92.403	0.000		
4	0.626	-0.036	118.85	0.000		
5	0.569	-0.054	141.10	0.000		
6	0.547	0.024	162.01	0.000		
7	0.520	0.070	181.22	0.000		
8	0.473	-0.020	197.44	0.000		
9	0.477	0.037	214.24	0.000		
10	0.401	-0.073	226.37	0.000		
11	0.358	-0.159	236.20	0.000		
12	0.376	0.101	247.27	0.000		
13	0.253	-0.106	252.38	0.000		
14	0.284	-0.036	258.96	0.000		
15	0.243	0.095	263.90	0.000		
16	0.162	-0.161	266.13	0.000		
17	0.186	0.004	269.15	0.000		
18	0.109	-0.018	270.21	0.000		
19	0.135	0.071	271.87	0.000		
20	0.037	-0.084	272.00	0.000		
21	0.073	-0.049	272.51	0.000		
22	-0.010	-0.015	272.52	0.000		
23	0.004	0.009	272.52	0.000		
24	-0.050	-0.073	272.78	0.000		

Şekil 5. Antep fıstığı üretimine ilişkin logaritmik serinin düzey otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu
Figure 5. Level autocorrelation and partial autocorrelation function of logarithmic series on pistachio production

Modelin uygunluğu kalıntıların diagnostik testleri (residual diagnostics) ile ortaya konulmuştur. Modele ait kalıntıların ACF ve PACF grafikleri, Q istatistikleri, kalıntıların normal dağılım testi ve ARMA yapısı (AR Roots 0.92 ve MA Roots -0.79) incelenerek modelin öngörü için kullanılabilir olduğuna karar verilmiştir (Şekil 6; Şekil 7).

Modelin uygunluğu tespit edildikten sonra üretim öngörülerini yapılmıştır. Seçilen model ile Antep fıstığı üretimine ilişkin dinamik ve statik tahmin yöntemleri kullanılabilir. Dinamik tahminleme ilk örnekten başlayarak sonraki örnekler için çok adımlı öngörülerini hesaplamaktadır. Bir önceki yılın öngörü değeri tercih edilerek öngörü yapılır. Bu nedenle gelecek yıllara ilişkin öngöründe (ex-ante) dinamik öngörü yöntemi kullanılmıştır. Statik yöntemde ise, bağımlı değişkenin öngörü değerleri yerine gerçek değerleri kullanır. Yani öngörü dönemi için gerçekleşmiş gözlemlerin olması gereklidir. Statik yöntem gerçekleşen dönem için (ex-post) öngörü yapmak için uygundur.

Çizelge 6. Antep fıstığı üretim serisi ADF test sonucu
Table 6. Pistachio production series ADF test result

Model Model	Gecikme uzunluğu Lag length	*ADF istatistik ADF statistic	Kritik değerler Critical values			Olasılık Probability
			1%	5%	10%	
LnÜretim (sabitli ve trendli) LnProduction (include intercept and trend)	0	-14.20522	-4.118444	-3.486509	-3.171541	0.0000

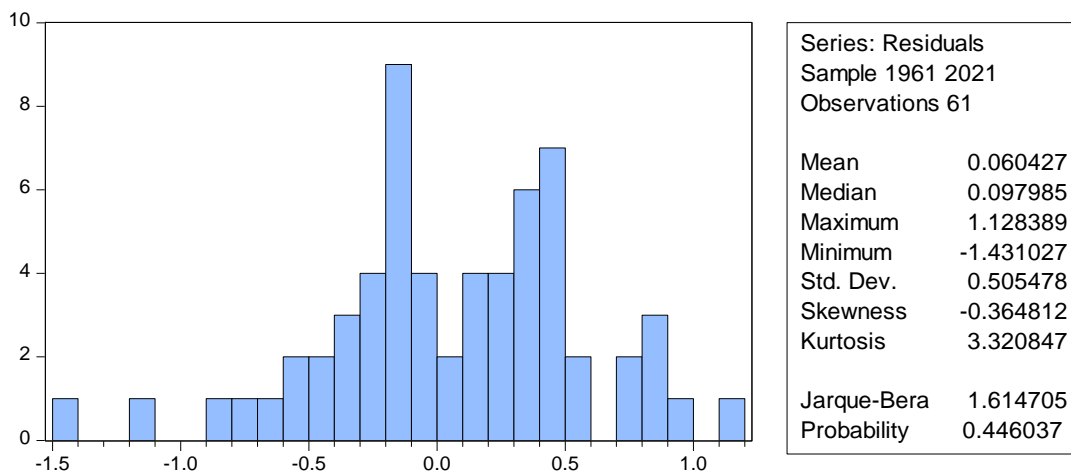
maksimum gecikme uzunluğu=10, kriter:AIC
*ADF: Augmented Dickey Fuller

Çizelge 7. Antep fıstığı üretimi ARMA modellerine ilişkin istatistikler
Table 7. Statistics on pistachio production ARMA models

	ARMA (1,1)	ARMA (1,2)	ARMA (2,1)	ARMA (2,2)	ARMA (2,3)	ARMA (2,4)	ARMA (2,5)
Sabit (Olasılık) Constant (Probability)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
R-Kare (R-squared)	0.000664	0.599489	0.749816	0.740113	0.775728	0.731574	0.728950
Akaike bilgi kriteri (AIC) Akaike information criterion (AIC)	3.097090	2.204885	1.793344	1.811979	1.653102	1.838585	1.845239
Schwarz kriteri (SBC) Schwarz criterion (SBC)	3.235508	2.343303	1.931762	1.950397	1.791520	1.977003	1.983657
Hannan-Quinn kriteri Hannan-Quinn criterion	3.151338	2.259132	1.847591	1.866227	1.707350	1.892833	1.899486

Çizelge 8. ARMA (2,3) modeline ilişkin istatistikler
Table 8. Statistics on the ARMA (2,3) model

Değişken (Variable)	Katsayı Coefficient	Standart hata Standard error	T- istatistiği T-statistic	Olasılık Probability
C	1.039041	0.504484	20.59611	0.0000
AR(2)	0.852034	0.088098	9.671427	0.0000
MA(3)	0.490261	0.103359	4.743298	0.0000
SIGMASQ	0.254971	0.045455	5.609260	0.0000
Diğer istatistikler (Other statistics)				
R-Kare (R-squared)			0.775728	
Ayarlanmış R-Kare (Adjusted R-squared)			0.763924	
Akaike bilgi kriteri (AIC) (Akaike information criterion (AIC))			1.653102	
Schwarz kriteri (SBC) (Schwarz criterion (SBC))			1.791520	
Hannan-Quinn kriteri (Hannan-Quinn criterion)			1.707350	
Ters AR kökleri (Inverted AR roots)		.92	-.92	
Ters MA kökleri (Inverted MA roots)		.39-.68i	.39+.68i	-.79



Şekil 6. Modele ait kalıntıların normal dağılım test grafiği
Figure 6. Normal distribution test plot of model residues

Her iki yönteme ilişkin olarak 1961-2021 yılları arasındaki üretim verileri öngörüler ile karşılaştırılmış ve Theil Eşitsizlik Katsayıları ve Theil

U2 katsayıları incelenmiştir. Dinamik öngörü metodunda Theil Eşitsizlik Katsayısı 0.585372 ve Theil U2 Katsayısı 0.759199 olarak bulunmuştur.

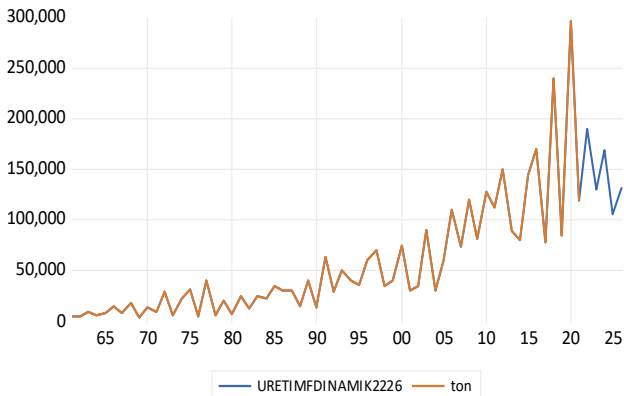
Statik öngörü metodunda ise, Theil Eşitsizlik Katsayısı 0.228308 ve Theil U2 Katsayısı 0.570931 olarak bulunmuştur. Öngörü doğruluğuna ilişkin Theil Eşitsizlik ve Theil U2 Katsayılarının uygun olduğu kabul edilmiştir. ARMA (2,3) modeli ile beş yıllık öngörü yapılmıştır.

Türkiye'nin Antep fıstığı üretimine ilişkin ARMA (2,3) yöntemi kullanılarak yapılan beş yıllık öngörü değerleri Çizelge 9'da gösterilmiştir. Yapılan öngörülere göre Türkiye'nin 2022 yılında Antep fıstığı üretiminin 2021 yılına göre %58.93 oranında artarak 189.697 tona ulaşacağı öngörülmektedir. Antep fıstığı üretiminin 2023 ila 2026 yıllarında sırasıyla 130.100, 168.100, 105.982, 132.166 ton olarak gerçekleşeceği öngörülmektedir. Yıllar itibariyle üretim miktarı bir yıl artarken, diğer yıl azalarak devam edecektir. Bu durum, Antep fıstığında görülen periyodisiteden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte periyodisite etkisinin yıllar itibarıyla azalacağı öngörülmüştür. Bir önceki yıla göre Antep fıstığı üretim miktarı 2017 yılında %54.12 oranında, 2019 yılında %64.58 oranında azalırken, 2023 ve 2025 yıllarında ise bu azalışların sırasıyla %31.42 ve %37.13 oranında gerçekleşeceği öngörülmüştür. Üretimin 2024 sonrası düşme eğilimine girdiği ve periyodisitenin devam edeceği söylenebilir (Çizelge9; Şekil 8).

Çizelge 9. Antep fıstığı üretim öngörülerine ilişkin veriler ((ARMA (2,3))

Table 9. Data on pistachio production forecasts ((ARMA (2,3))

Yıllar (Years)	Üretim tahminleri (ton) (Production forecasts (tonne))	Endeks 2021=100 (Index 2021=100)
2022	189.697	158.93
2023	130.100	109.00
2024	168.583	141.25
2025	105.982	88.80
2026	132.166	110.73

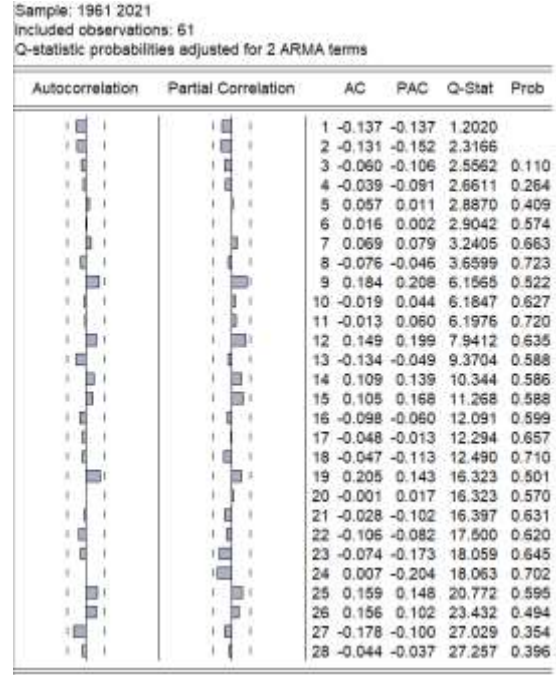


Şekil 8. Antep fıstığı üretim miktarına ilişkin geçmiş yıllara (1961-2021) ait veriler ile gelecek yıllara (2022-2026) yönelik öngörüler

Figure 8. Data on the amount of pistachio production for the past years (1961-2021) and projections for the coming years (2022-2026)

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada, 1961-2021 dönemi verilerinden ve ARMA (2,3) modelinden yararlanarak Türkiye'nin



Şekil 7. Modele ait kalıntıların ACF ve PACF grafikleri (Q istatistikleri)

Figure 7. ACF and PACF graphs of model residues (Q statistics)

2022-2026 dönemindeki Antep fıstığı üretim miktarı tahmin edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Türkiye'de Antep fıstığı üretiminin gelecek beş yıllık dönemin sonunda %10.73 artarak, 2026 yılında 132.166 ton olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu artışın temel nedeninin son yıllarda yeni kurulan fıstık bahçelerinin sayısında meydana gelen artış olduğu düşünülmektedir. Ayrıca 2022 ila 2026 yıllarında Antep fıstığının periyodisite özelliği nedeniyle Antep fıstığı üretim miktarında yıldan yıla dalgalanmaların yaşanması beklenmektedir.

Yeni kurulan Antep fıstığı bahçeleri 2016 yılı itibariyle artış göstermiştir ve ağaçların verime yatma süresi ortalama 10-12 yıl olduğundan üretim miktarında 2026 yılı itibariyle artış beklenmektedir. Bu durum üreticiler açısından daha fazla ürün satışı imkânı ve tüketiciler için Antep fıstığına daha uygun fiyata ulaşma imkânı sağlayabilir. Ancak bu durum aynı zamanda piyasada mevcut iç talebin üzerinde arz ile karşılaşılmasına da neden olarak Antep fıstığı fiyatlarında düşüş yaşanmasını ve üreticilerin eline geçen fiyatların azalmasına yol açabilir.

Türkiye'deki Antep fıstığı üretiminde verim düzeyi düşüktür. Antep fıstığı veriminin artırılabilmesi için, periyodisite eğilimi düşük olan çeşitler tercih edilmeli, Türkiye'de yaygın olarak uygulanan kıraç ve taşlık arazide yetiştiricilik yerine sulama imkânı olan araziler tercih edilmeli ve sulu koşullarda üretim yapılmalıdır. Ayrıca, bu konudaki Ar-Ge çalışmalarının yaygınlaştırılmasının, üreticilerin eğitim seviyesinin yükseltilmesinin ve üretimde modern tekniklerin kullanılmasının da verimi olumlu yönde etkileyeceği beklenmektedir.

Türkiye, Antep fıstığı üretimindeki başarısını ihracata yansıtamamıştır ve potansiyelini gerçekleştirebilmesi için öncelikle dünyada talep gören iri ve çıtlak çeşitlerin üretiminin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Türkiye Antep fıstığı iç piyasa fiyatının dış piyasa fiyatından daha yüksek oluşması, üreticilerin ürünlerini iç pazara sürmesini teşvik etmektedir. Antep fıstığı veriminde artış sağlanmasıyla bu sorunun önüne geçilebilecektir. Ayrıca reklam ve tanıtım faaliyetlerinin yapılması, gıda güvenliğine gereken önemin verilmesi ve ihracat yapan firmalar üzerindeki bürokratik yükün azaltılması ihracat miktarının artmasına yardımcı olacaktır.

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, (2022). Bitkisel üretim istatistikleri veri tabanı, 2004-2021. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>. (Alınma Tarihi: 18.05.2022).
- Anonymus, (2021). *Global statistical review 2020-2021*. International Nut and Dried Fruits Council Foundation, Spain.
- Anonymus, (2022). Food and Agricultural commodities production database, 2015-2020. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. (Alınma tarihi: 22.12.2021).
- Arpacı, S., Açar, İ., Atlı, H. S., & Karadağ, S. (2005). Türkiye ve dünyadaki Antep fıstığı yetiştiriciliğinin karşılaştırılması. GAP IV. Tarım Kongresi, Şanlıurfa, Türkiye, 21-23 Eylül 2005, 1. Cilt, ss. 238-243.
- Aslan, N. (2014). Antep fıstığının yolculuğu. *T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Antep fıstığı Araştırma Dergisi*, 3, 2-4.
- Bars, T., Uçum, İ., & Akbay, C. (2018). ARIMA modeli ile Türkiye fındık üretim projeksiyonu.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21(Özel Sayı), 154-160. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogav21i41625.473029>.

- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49 (4), 1057-1072. <https://doi.org/10.2307/1912517>.
- Ertürk, Y. E., Geçer, M. K., Gülsoy, E., & Yalçın, S. (2015). Antep fıstığı üretimi ve pazarlaması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 43-62.
- Ferguson, L., Polito, V., & Kallsen, C. (2005). *Pistachio Production Manuel*, 4th ed. University of California Coop. Ext., Davis, CA, 31-39.
- Gujarati, D. N. (2006). *Temel ekonometri*. çeviren: Ü. Şeneser, G. G. Şenesen. *Literatür Yayıncılık*, İstanbul.
- Gujarati, D. N. (2016). *Örneklerle ekonometri*. çeviren: N. Bolatoğlu. *BB101 Yayınları*, Ankara.
- Karacan, E., & Ceylan, R. F. (2017). Antep fıstığı fiyatının Türkiye'de üretici kararları üzerine etkisinin analizi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(Özel Sayı), 88-100.
- Perron, P. (1997). Further evidence on breaking trend functions in macroeconomic variables. *Journal of Econometrics*, 80(2), 355-385. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(97\)00049-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(97)00049-3).
- Sevütekin, M., & Çınar M. (2017). *Ekonometrik zaman serileri analizi*. *Dora Yayınları*, Bursa.
- Temel, O., & Aksoy, A. (2020). Türkiye Antep fıstığı sektörünün eşanlı model yöntemiyle tahmini. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(1), 80-89. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.661104>.
- Tiryaki F. (2013). Antep fıstığı sektörü ve yaşanan sorunlar. Antep fıstığı Üretiminden Tüketimine Kadar Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Yolları Paneli, Şanlıurfa, Türkiye, 10 Ekim 2013, ss. 102-111.
- Ucal, M. Ş. (2006). A brief survey of econometrics model selection criteria. *Cumhuriyet University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 7(2), 41-57.
- Uçum, İ. (2016). ARIMA modeli ile Türkiye soya üretim ve ithalat projeksiyonu. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 2 (1), 24-31.
- Yavuz, M. A., Yıldırım, H., & Onay, A. (2016). Dünya Antep fıstığı üretiminde son on yılın değerlendirilmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6 (2/2), 22-31.
- Zivot, E., & Andrews, D.W.K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 251-270. <https://doi.org/10.2307/1391541>.



The Effects of Subsidies on the Profitability of Dairy Cattle Farming in Türkiye

Cuma AKBAY¹, Abdulkaki BİLGİÇ²

¹Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Economics, Kahramanmaraş, Türkiye

²Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Economics and Administrative Science, Bilecik, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0001-7673-7584>, ²<https://orcid.org/0000-0001-5946-0915>,

✉: cakbay@ksu.edu.tr

ABSTRACT

The main purpose of this study is to investigate the impact of subsidies on dairy farm profits in Türkiye. To satisfy this objective, the Treatment Effect and Switching Regression models were used. The assessment may conclude that revenue will grow, decline, or remain unchanged. The sample size was determined as 662 by using the number of dairy cattle in the enterprises in 12 provinces and the stratified sampling method. In this study, the status of dairy cattle farms benefiting from subsidies, the socioeconomic factors affecting this level, and the effects of subsidies on the profit of the farms were analyzed. According to the results, 70.1% of dairy farms benefited from livestock subsidies. Moreover, farm size, cultivated area, forage area, lactation period, milk productivity, gross profit, and net profit have positive and statistically significant effects on livestock subsidies. According to the results of the treatment effect model, benefitting from farmers' support will increase farmers' revenue and profit. The benefits from livestock subsidies of farmers will increase the gross production value by approximately \$8636.4. This is important for the sustainability of agricultural activity. The research findings will provide valuable information for the Ministry of Agriculture and Forestry, and policymakers.

Agricultural Economics

Research Article

Article History

Received : 06.12.2022

Accepted : 20.03.2023

Keywords

Livestock subsidize,
Support,
Dairy cattle farming,
Farm profit,
Treatment effect,
Switching regression model

Türkiye'de Süt Sığırcılığında Uygulanan Desteklerin İşletme Kârlılığı Üzerine Olan Etkileri

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Türkiye'de süt sığırcılığı yapan tarım işletmelerinde desteklemelerin üretici kârlılığı üzerine olası etkilerini ortaya koyaktır. Araştırmada yöntem olarak Muamele Etkileri ve Switching Regresyon Modelleri kullanılmıştır. Süt Sığırcılığında teşviklerin kullanılmasının işletme kârlılığını arttıracığı, azaltacağı veya değiştirmeyeceğinden yola çıkılmıştır. Bu amaçla 12 ildeki işletmelerde bulunan süt sığırı sayısı ve tabakalı örnekleme yöntemi kullanılarak örnek büyüklüğü 662 olarak belirlenmiştir. İşletmelerin desteklerden yararlanma durumları, bu düzeye etki eden sosyoekonomik faktörler ve desteklerin işletme kârı üzerine olan etkileri analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Anket yapılan işletmelerin %70,1'i süt sığırcılığında uygulanan desteklerden yararlanmaktadır. İşletme genişliği, toplam ekim alanı, yem bitkisi ekim alanı, laktasyon süresi, süt verimliliği, brüt kar ve net kar ile işletmelerin süt sığırcılığı desteklerinden yararlanmaları arasında pozitif ve istatistikî olarak önemli bir ilişki vardır. İşletmelerin desteklerden yararlanma durumu gayrisafı üretim değerini yararlanmadığı duruma göre yaklaşık 8636.4 \$ civarında artıracaktır. Bu, tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliği için önemlidir. Araştırma bulguları Tarım ve Orman Bakanlığı ve politika yapıcılar için değerli bilgiler sağlayacaktır.

Tarım Ekonomisi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 06.12.2022

Kabul Tarihi : 20.03.2023

Anahtar Kelimeler

Hayvancılık sübvansiyonları,
Destek,
Süt sığırcılığı işletmeleri,
İşletme karı,
Muamele etkileri,
Switching regresyon modeli

Atıf Şekli: Akbay, C., & Bilgiç, A. (2023). Türkiye'de Süt Sığırcılığında Uygulanan Desteklerin İşletme Kârlılığı Üzerine Olan Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26(4), 888-901. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1214182>

To Cite : Akbay, C., & Bilgiç, A. (2023). The Effects of Subsidies on the Profitability of Dairy Cattle Farming in Türkiye. *KSU J. Agric Nat* 26(4), 888-901. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1214182>

INTRODUCTION

Among the most important problems that societies encounter, a balanced diet, and adequate nutrition are major problems (Akbay & Ahmadzai, 2020; WHO, 2022). Dairy products play a significant role in meeting the daily protein needs of humans. Livestock farming is one of the sub-branches of farming that meets the basic needs of foodstuffs, notably meat, milk, and eggs, and has a significant role in the development of the countries.

Livestock farming is of particular importance in developing and developed countries. For instance, the ratio of the livestock sector to the total farming income is an average of 44.6% in the European Union (EU) and this ratio has increased to 70% in some EU countries. In Türkiye, livestock farming accounted for approximately 56% of the agricultural production value in 2020 (TÜİK, 2022).

In Türkiye, cow's milk constitutes 90.5% of the total milk production of 23 million tons. Despite a decrease in the number of dairy cattle in Türkiye, the number of native cattle breeds is decreasing, and cultured cattle breeds are increasing significantly. For example, while the share of culture breed ratio was only 10.6% in 1990, it increased to 49.4% in 2019 (TÜİK, 2022).

Although the ratio of livestock to the gross domestic product is low, the importance of the sector continues to increase due to the strategic nature of animal products. Supporting the sector in Türkiye, both to enhance livestock and to raise the share of livestock in farming, is indispensable not only for adequate and balanced nutrition of the society but also for the surveillance of the population residing in rural regions.

Dairy farming is a significant sub-branch of livestock that contribute to national development in many ways. A significant part of people residing in rural areas earns their lives doing livestock farming activities. In Türkiye, among the most important problems of livestock, farms that are mostly small and scattered, low productivity rates compared to developed countries, inadequate lack of policy implementations and factors such as inadequate subsidization can be counted. Studies conducted in different regions regarding dairy cattle farms in Turkey show that there are structural problems in the sector. These structural problems mostly arise due to the financial difficulties of dairy farms. The solution to the problems will only be possible with the monetary incentives of the state, and the adoption of innovations in animal husbandry (Boz et al., 2011; Akbay & Akdoğan, 2022; Kılıç & Eryılmaz, 2020).

Among the most important livestock policies in EU are the spread of the cooperative system and the activities carried out mostly by organized farmers of livestock, sufficient production of forage, adequacy of product processing and storage facilities, the spread of animal

product processing industry branches, and improving marketing opportunities for animal products. Since Türkiye is in the stage of membership to the EU, livestock should be supported by more rationalist and economic policies. In this context, Türkiye entered into negotiations with the EU on also farming, the effectiveness of policies that meets the demand in the livestock sector give importance to livestock animals' health, increase productivity and the income of the farms are indispensable should be analyzed.

The general objective of the subsidization policy was stated, as is expected, as "adequate nutrition of the population, increasing efficiency in farms, increasing income of animal breeders, reaching self-sufficiency in dairy foods and ensuring rural development." The share of total livestock support, 4.45% in 2002, increase to 30.0% in 2020 (Official Gazette, 2022). In Türkiye, to improve the conditions of the livestock sector that have recently become difficult, the Ministry of Agriculture and Forestry has developed some regulations and policies. Livestock support and subsidizations have been given to the dairy cattle farms for the purchase of culture breeding animals, to calves and crossbreeds that were born from artificial insemination, to the raw milk that has been produced, to the cattle in farms that are free from diseases, and to the cattle to which Brucellosis S-19 and alum vaccine were injected (Official Gazette, 2022). However, these subsidies have been paid under certain limitations and conditions. For instance, payments, which differ according to whether the rootstock cattle are registered to studbook or not, are made to the breeders that are registered to a completed parent livestock organization that is at the national level, that are registered to a database of animal identification system and studbook and pre studbook system (e-reclamation), which have at least five rootstock cattle that are culture breeds or crossbreeds.

In Türkiye, the majority of studies have been conducted on livestock policies and economic analyses of livestock farms. However, there are almost no studies on the effects of dairy subsidies on livestock farm income. In this regard, most previous studies have analyzed their separate impacts on the dairy sector using various types of data and econometric methods. These studies analyzed either the effects of subsidies on farm production, cost, revenue, and profit (e.g. Henningsen et al., 2011; Trnkova et al, 2012; Bezlipkina et al, 2001; Semerci & Celik, 2017) or technical and economic efficiency (Zhu et al., 2008; Latruffe et al., 2011; Vozarova & Kotulic, 2016; Ağır and Akbay, 2022). This study considers these two major developments simultaneously, enabling a more complete analysis of subsidy effects on dairy farm performance.

The main objective of our study is to analyze the effects

of subsidies on breeders' income, mainly on dairy livestock, and to research how to enhance its efficiency. With the data that will be derived from the research, the contributions are expected to provide an increase in the productivity and the breeders' income in livestock farming, notably the production incentives, and the applied livestock support, the strategies for effective farming policies on livestock subsidies are based on original data by presenting examples of the results. Considering the probable increase, decrease, or pegging of the profitability of the farmers using incentives, we used the treatment effect model (TEM) because of its known theoretical properties and popularity, which allows for comparisons with other studies. Since this model searches for the effects of incentives on the profitability of farmers on dairy livestock, and because it is the first in Türkiye and since there are no known studies, this paper will provide significant contributions.

MATERIAL and METOD

The main material of this study is composed of data derived from a survey of dairy cattle farms in 2014. The research was carried out in 12 different located provinces (Balıkesir, Adana, Konya, Sivas, Erzurum, Malatya, Şanlıurfa, Samsun, Tekirdağ and Ankara) that were chosen considering the number of cattle. At least three districts were chosen in those provinces, considering the benchmarks of their capacity to represent the province in terms of livestock, socio-economic characteristics, and agricultural potential. In these districts, at least three villages were chosen considering the same benchmarks. After determining the villages in the research, dairy farmers were selected. In the determination of the farmers, the number of cows, heifers, female calves, and calves was obtained from Cattle Breeders Association (CBA). The base number of cows was determined as at least five. The appropriate sample size was determined using the stratified random sampling method (Yamane, 2001):

$$n = \frac{\sum (N_h S_h)^2}{N^2 D^2 + \sum N_h S_h^2}, \quad D^2 = \frac{e^2}{t^2} \quad (1)$$

where n is the sample size; N is the number of farmers in the population; N_h = Number of units in the h^{th} strata for $h=1, \dots, 5$; S_h = Standard deviation in the h^{th} strata; e = Percentage error allowed by the average of the population; t = t-table value corresponding to the allowed confidence interval. In the sample, 5% errors and 95% confidence intervals were considered. To achieve the targeted objectives of this study, the sample size was determined to be 662 by considering the rate of distribution in the provinces. The number of samples in each stratum (n_h) is determined by the following formula:

$$n_h = \frac{N_h}{\sum N_h} * n \quad (2)$$

According to the formula, 27.9% of the holdings are in <10 farm size group, 54.6% are in the group with 10-30 animals, and 27.9% are in the >30 farm size group. In a way to represent the production regions and taking into account the total number of animals in the provinces, surveys were conducted with 87 farmers from Konya, 90 from Erzurum, 79 from Balıkesir, 85 from İzmir, 73 from Sivas, 44 from Adana, 50 from Samsun, 34 from Denizli, 36 from Ankara, 28 from Tekirdağ, 29 from Şanlıurfa, and 27 from Malatya province. To gather better information from questionnaire forms, some support was received from experienced, leader farmers who are trusted and well known among the farmers. Besides, the increase in the reliability and intelligibility of the survey, misunderstood and open-ended questions were corrected by conducting a preliminary survey.

In this study, considering the probable increase, decrease, or pegging of farmers' profitability by using support for livestock (Chandel et al., 2019), a TEM was developed. Our statistical model includes two variables: Profit variable (y) with a continuous feature and government incentive variable (d) with a binary selection feature. Due to the impossibility of being present in both cases, the farmer either receives or does not receive animal support. The possible net profit or gross revenue is unknown when the farmer does not benefit from the state-aid animal subsidy program. In this case, as a solution, such a gap was filled by selecting farmers with the same characteristics but not receiving animal support to create a match to the net profit or gross revenue, which would have been the case if the farmer had not benefited from animal support. To consider empirical details, suppose we are comparing the effect of an endogenously determined variable, or binary variable, in combination with other factors, on the dependent variable 'y', the profit variable:

$$y = x'\beta + \gamma d - v \quad (3)$$

Where 'd' was determined by the stochastic binary probit function as:

$$d = 1 \text{ if } z'\alpha - u > 0 \quad (4) \\ = 0 \text{ if } z'\alpha - u \leq 0.$$

In equations (3) and (4), x and z respectively represent the vector of exogenous variables, β and α sets are estimated parameter vectors corresponding to the factor sets x and z and γ is the scale parameter that captures the effect of an incentive program. v and u are disturbance terms and their average is 0, their standard deviations are ($\sigma, 1$) with their linear correlation (ρ), all being independently and normally

distributed. The model stated in equations (3)-(4) is known as the TEM. The intention of ‘treatment’ conveys the incentives or subsidies program applied to the farmers by the Ministry of Agriculture and Forestry. In other words, it evaluated the possible effects of an incentive program on farmers’ profits. This model has been expanded with different studies and ways. The most common use of it is the switching regression model (SRM) (Barnow et al., 1980; Angrist, 2001; Greene, 2012; Heckman et al., 2003; Kasteridris & Yen, 2012; Maddala, 1986; Rosenbaum and Rubin, 1983):

$$\begin{aligned} y_1 &= x'\beta_1 + \gamma - v_1 & \text{if } d=1 & \text{ (or if } u < z'\alpha) \\ y_0 &= x'\beta_0 - v_0 & \text{if } d=0 & \text{ (or if } u < z'\alpha), \end{aligned} \quad (5)$$

Here y_1 and y_0 represent the farm’s profit in the presence and absence of the agricultural subsidy program, respectively, while β_1 and β_0 respectively represent the estimated coefficient vectors related to the benefits from incentives ($d = 1$) and without incentives ($d = 0$). The three-variable average of the error terms (v_1, v_0, u) is zero and the standard deviations corresponding to them are $\sigma_1, \sigma_0, 1$ with the normally distributed variance-covariance matrix as:

$$\begin{pmatrix} v_1 \\ v_0 \\ u \end{pmatrix} \sim N \left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \rho_{1u}\sigma_1 \\ 0 & \sigma_0^2 & \rho_{0u}\sigma_0 \\ \rho_{1u}\sigma_1 & \rho_{0u}\sigma_0 & 1 \end{pmatrix} \right] \quad (6)$$

The covariance between v_1 and v_0 is assumed to be equal to zero since it is impossible for the farmer to benefit from and not benefit from animal support at the same time. The certain discrimination in the model conveys only one condition out of the two cases. ρ_{1u} and ρ_{0u} terms respectively give the correlation between v_j ($j=1,0$) and u .

Besides, if $\beta_1 = \beta_0$, $\sigma_1 = \sigma_0$, and $\rho_{1u} = \rho_{0u}$ coefficient restrictions were transferred into the practice of equation, SRM was degraded to TEM which was indicated in equations (3) and (4). Two staged estimation method (Maddala, 1999) creates consistent but insufficient estimations. We have applied a more efficient (full information) maximum likelihood technique. This does not require a covariance matrix to be corrected, more importantly, it enables ρ_{1u} and ρ_{0u} to be estimated simultaneously, which is impossible for a correlation coefficient in a two-stage estimation method.

The log-maximum likelihood function for SRM is as

follows:

$$\begin{aligned} L &= \prod_{d=1} \int_{-\infty}^{z'\alpha} f(y_1 - x'\beta_1 - \gamma, u) du \prod_{d=0} \int_{z'\alpha}^{\infty} f(y_0 - x'\beta_0, u) du \\ &= \prod_{d=1} \frac{1}{\sigma_1} \phi \left(\frac{y_1 - x'\beta_1 - \gamma}{\sigma_1} \right) \Phi \left[\frac{z'\alpha + \rho_{1u}(y_1 - x'\beta_1 - \gamma) / \sigma_1}{(1 - \rho_{1u}^2)^{1/2}} \right] \\ &\times \prod_{d=0} \frac{1}{\sigma_0} \phi \left(\frac{y_0 - x'\beta_0}{\sigma_0} \right) \Phi \left[-\frac{z'\alpha + \rho_{0u}(y_0 - x'\beta_0) / \sigma_0}{(1 - \rho_{0u}^2)^{1/2}} \right], \end{aligned} \quad (7)$$

where $\phi(\cdot)$ and $\Phi(\cdot)$ symbolize the probability density function (PDF) and cumulative distribution function (CDF). When $\beta_1 = \beta_0$, $\sigma_1 = \sigma_0$, and $\rho_{1u} = \rho_{0u}$ parametric constraints are put into practice in equation 7, the maximum likelihood function for TEM will be derived. Whether SRM outperforms TEM in terms of fit to data can be calculated with the help of three conventional tests (Wald, Lagrange Multiplier, and Likelihood Ratio). The expected profit of the farmer when benefiting from agricultural incentives (regime 1) and not (regime 2) is as follows:

$$\begin{aligned} E(y_1 | d = 1) &= x'\beta_1 + \gamma - E(v_1 | u < z'\alpha) \\ &= x'\beta_1 + \gamma + \rho_{1u}\sigma_1 \frac{\phi(z'\alpha)}{\Phi(z'\alpha)} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} E(y_0 | d = 0) &= x'\beta_0 - E(v_0 | u \geq z'\alpha) \\ &= x'\beta_0 - \rho_{0u}\sigma_0 \frac{\phi(z'\alpha)}{1 - \Phi(z'\alpha)}. \end{aligned}$$

Treatment effects can be derived from both SRM and TEM models. Primarily, Treatment Effect (TE) on farm profits depends on incentive use for the SRM model is indicated in the following equation:

$$\begin{aligned} TE &= E(y_1 | d = 1) - E(y_0 | d = 0) \\ &= \left(x'\beta_1 + \gamma + \rho_{1u}\sigma_1 \frac{\phi(z'\alpha)}{\Phi(z'\alpha)} \right) - \left(x'\beta_0 - \rho_{0u}\sigma_0 \frac{\phi(z'\alpha)}{1 - \Phi(z'\alpha)} \right), \end{aligned} \quad (9)$$

It equals the difference in the expectation of profit between the use and disuse of agricultural supports. Average Treatment Effect (ATE) and Treatment Effect on the Treated (ATT) are indicated, respectively:

$$\begin{aligned} ATE &= x'\beta_1 - x'\beta_0 = (\beta_1 - \beta_0)'x \\ ATT &= E(y_1 | d = 1) - E(y_0 | d = 1) \\ &= \left(x'\beta_1 + \rho_{1u}\sigma_1 \frac{\phi(z'\alpha)}{\Phi(z'\alpha)} \right) - \left(x'\beta_0 + \rho_{0u}\sigma_0 \frac{\phi(z'\alpha)}{\Phi(z'\alpha)} \right) \\ &= ATE + (\rho_{1u}\sigma_1 - \rho_{0u}\sigma_0) \frac{\phi(z'\alpha)}{\Phi(z'\alpha)}. \end{aligned} \quad (10)$$

ATT is the difference between the variable of profit when the farm received the incentive and the profit the farm would have had if it had received the incentive. The effects of the incentive program on untreated farmers’ profit can be derived similarly, as well. The treatment effect is shown as follows:

$$\begin{aligned}
 TE &= E(y | d = 1, x, z) - E(y | d = 0, x, z) \\
 &= \gamma + \rho\sigma \frac{\phi(z'\alpha)}{\Phi(z'\alpha)} - \rho\sigma \frac{-\phi(z'\alpha)}{1 - \Phi(z'\alpha)} \\
 &= \gamma + \rho\sigma \left\{ \frac{\phi(z'\alpha)}{\Phi(z'\alpha)[1 - \Phi(z'\alpha)]} \right\}. \quad (11)
 \end{aligned}$$

Providing that the correlation coefficient is $\rho = 0$, the treatment effect equals ' γ '. This outcome corresponds with the average treatment effect. On the other hand, ATT is the difference between the treated farms' average profit and the ordinary profit of those farms on the condition of being untreated. This is simply equal to $\gamma + 2\rho\sigma\phi(z'\alpha) / \Phi(z'\alpha)$.

The MAF naturally connects a treatment to the presence of another program. For example, for farmers to get the incentive for a calf born from artificial insemination, they must have the Brucellosis S-19 vaccine injected into their female livestock. Under such a condition, the effects of sequential treatment on farm profit are derived according to a similar event. Here, the socio-demographic factors of both farms and farmers (education, age, gender, marital status, number of livestock, territory, distance from city center, milking system, other agricultural or non-agricultural activities, loan usage, number of years of treatment etc.) are included. The factors affecting treatment will be derived similarly and not let the identification problem between the two variables occur; some variables will be excluded in only one model, and vice versa. To prevent a probable bias, the variance in the prices affecting the profit in terms of input, output, and local differences will be considered.

Incentives, which are among the integrative aims of the research, to analyze the effects of treatments on producers' profits, primarily the cost of milk, increase in the productive value of the stock (PVS), and the value of gross output and net profit need to be calculated.

The gross output value is calculated by multiplying of the amount of produced milk and milk prices that producers obtain and with the addition of PVS and fertilizer income. PVS will be determined by extracting the value of herd at the beginning of the year and the value of purchased animals from the end of year herd value, the value of sold animals, and the total value of animals.

Gross profit is the gross output value minus variable expenditures and net profit is calculated by subtracting production expenditures from gross output value (Karagölge, 1996). Expense items related to milk costs are classified as fixed and variable costs (Kiral et al., 1999). The variable cost of milk production consists of forage cost, occupational rate, salt, veterinary and medicine, insurance, artificial insemination, electricity, water, bearing, and cleaning material costs.

Fixed costs consist of the family and permanent labor force, general administrative expenses, amortization, and capital interest costs.

RESULTS and DISCUSSION

To analyze the effects of incentives on dairy cattle farming in terms of productivity, gross production value, and net profit, TEM and SRM were both used. According to the results, the average age of the farmers who engaged in dairy farming was 45.9 years old, the majority of farmers (66.2%) had primary education, and the average household size was 5.2 persons (Table 1). Moreover, the variance inflation factor indicated that there was no multicollinearity between the independent variables.

In the first stage, the gross production value equation is analyzed. Here, primarily the TEM equation outcomes and later the SRM equation outcomes will be discussed. To eliminate the endogeneity problem in the probability of obtaining an animal support equation and gross production value or net profit equations, some significant variables were included in the probability of getting dairy cattle subsidies but excluded from the outcome (e.g., net profit). Similarly, while some variables were included in the value of gross output or net profit variable equations, they were excluded from the equation of the decision to have dairy cattle incentives. This attitude is considered a solution to the problem of endogeneity.

According to the analysis outcomes in the TEM (Table 2), after the controlling explanatory variables in the system, the effect of uncontrolled factors affecting the relationship between the decision to receive subsidies from the state and the gross production value is very strong and positive. In this context, in the variable of the probability of getting animal incentives, one standard deviation change, and in the variable of total revenue, it will move along with an approximately 0.97 standard deviation change ($p < 0.01$) or vice versa.

Whether the correlation coefficient in The TEM is zero or not, in other words, the basic hypothesis (shortage) alleges there is no linear relationship between the equation of the likelihood to get animal incentives and the equation of the gross output value should be tested. In this context, against the theorem in a basic hypothesis that alleges there is not a simultaneous relationship between the equations should be tested. The likelihood ratio test (LR) was adapted by considering the two-stage model considering zero correlation coefficient (ρ) and the simultaneous model considering a set of correlation relationships:

$$LR = -2*(LL\text{-probit} + LL\text{-selection} - LL\text{-simultaneous selection})$$

where, LL-probit is the log-likelihood function value that measures the equation of likelihood of getting animal incentives and belongs to the independent

probit model, LL-Selection is an independent ordinary least squares method that also contains variable of inverse mill ratio, or log-likelihood function value in the equation of gross output, that can be measured by the maximum likelihood method, and LL simultaneous

selection contains the log-likelihood function value in simultaneous TEM. The LR test value was calculated as 76.74 and was found to be statistically significant ($p < 0.05$), supporting the simultaneous determination of both equations.

Table 1. Descriptive statistics for variables on the model
Çizelge 1. Modeldeki değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler

Variables	Unit	Mean	Std. dev.	VIF
Total revenue	TL/1000	111.877	88.105	---
Benefit status from animal supports	If benefits 1, otherwise 0	0.684	0.465	---
Total amount of support	TL/1000	4.882	6.206	---
Secondary school graduate	Middle school graduate 1; otherwise 0	0.172	0.378	1.289
High school graduate farmer	High school graduate 1; otherwise 0	0.166	0.372	1.366
University graduate farmer	University graduate 1; otherwise 0	0.041	0.199	1.202
Household size	Number	5.235	2.192	1.171
Age of farmers	Year	45.940	11.861	1.406
Membership status to CBA	A member of the DSBY 1; otherwise 0	0.507	0.500	1.667
Cooperative membership status	a co-operative member 1; otherwise 0	0.879	0.326	1.544
Having record system in farms	Have record system 1; otherwise 0	0.906	0.293	1.331
Input-output recording status	Keep input-output records 1; otherwise 0	0.156	0.363	1.245
Stud book recording status	Farm records stud book 1; otherwise 0	0.533	0.499	1.191
Barn type	Farm has off-barn 1; otherwise 0	0.172	0.378	1.244
Milking type	Milking through machinery 1; otherwise 0	0.763	0.425	1.757
Producing silage in farm	Farms produce silage 1; otherwise 0	0.522	0.500	2.026
Having culture breeding in farm	Having culture breeding 1; otherwise 0	0.801	0.399	2.556
Having cross breeding in farm	Having cross breeding in farm 1; otherwise 0	0.030	0.170	1.241
Aegean	Farm is in the Aegean region 1; otherwise 0	0.180	0.385	1.782
Mediterranean	Mediterranean region 1; otherwise 0	0.061	0.240	1.475
Central anatolia	Central Anatolia region 1; otherwise 0	0.161	0.367	1.649
Southeastern anatolia	Southeastern Anatolia region 1; otherwise 0	0.084	0.278	1.618
East anatolia	East Anatolia region 1; otherwise 0	0.265	0.442	3.080
Farm size (= 0)	Farm without agricultural land 1, otherwise 0	0.066	0.249	2.095
Farm size (0 – 100)	Less than 100 decare 1, otherwise 0	0.614	0.487	1.174
Farm size (101 – 250)	Between 101-250 decare 1, otherwise 0	0.245	0.430	1.805
Numbers of animal (10 – 30)	Have animals between 10-30 1, otherwise 0	0.556	0.497	3.461
Numbers of animal (> 30)	Have animals bigger than 30 1, otherwise 0	0.175	0.381	2.753
Milking animal share	Share of milking animal in total livestock (%)	0.666	0.167	1.593
Farmers that grows feed crops	If farmer grows feed crops 1, otherwise 0	0.589	0.492	1.972

*: 1 US\$= 2.2 TL

When the factors that affect the likelihood of getting animal incentives are viewed from a statistical perspective, compared to the farmers with elementary school degree and those who are either illiterate or literate but without an elementary school degree, the farmers who are middle school, high school and college graduates have an increasing ratio of using incentives; however, only college graduates are statistically significant ($p < 0.05$). Farmers who are members of the breeding cattle cooperative have an increased likelihood of using incentives compared to non-cooperative members ($p < 0.001$). In another similar situation, farmers who are members of any cooperative compared to those who are non-cooperative members are more likely to use incentives; however, the increase

is not statistically significant.

In farms, although income and pedigree holders are more likely to use animal incentives than those who do not, both variables are not statistically significant. Similarly, the likelihood of off-barn-type farms' benefitting from animal incentives has been increasing compared to the open barn-type farms ($p < 0.10$). The off-barn-type farms operate more organized based on intensive technology and labor and are more willing to receive the incentives than the open barn-type farms. On the other hand, farms that carry out milking through machinery are more likely to increase the use of incentives rather than farms that carry out milking conventionally by hand ($p < 0.05$). Machinery milking

farms are known as technology-intensive farms and their level of knowledge about the environment is more sensitive than other farms, therefore it is assumed that

they are more likely to benefit from government-led incentives.

Table 2. Maximum likelihood parameters of treatment effect model for total revenue

Cizelge 2. Toplam hasılat için muamele etki modelinin en yüksek olabilirlik parametre değerleri

Variable	Probability of receiving animal support		Total revenues	
	Parameter	t-value	Parameter	t-value
Constant	-0.4064	-0.54	38.4049*	1.82
Secondary school graduate farmer	0.4479	1.49	19.7682***	3.10
High school graduate farmer	0.3272	1.27	8.2112	1.18
University graduate farmer	0.9685**	2.28	18.3062*	1.87
Household size	0.0100	0.21	-0.9091	-0.93
Age of farmers	-0.0041	-0.50	0.0893	0.43
Membership status to CBA	1.0561***	4.97	35.8772***	6.64
Cooperative membership status	0.4387	1.39	18.8487*	1.70
Having record system in farms	-0.2619	-0.83	0.1474	0.01
Input-output recording status	0.2909	1.07	8.4411	1.40
Stud book recording status	0.0883	0.49	9.1412*	1.88
Barn type	0.5251*	1.69	3.8131	0.58
Milking type	0.5419**	2.31	21.1155***	2.64
Producing silage in farm	0.3606	1.43	18.5260***	2.96
Having culture breeding in farm	0.7064**	2.08	26.0593**	2.34
Having cross breeding in farm	1.0361**	2.21	26.7292	1.50
Aegean	-0.4734	-1.49	5.8183	0.84
Mediterranean	-1.1639	-1.24	-25.5407**	-2.26
Central Anatolia	-0.5647*	-1.65	0.3261	0.05
Southeastern Anatolia	-1.1139***	-3.95	-41.4253***	-4.2
East Anatolia	-0.9045***	-3.50	-37.1412***	-3.87
Farm size (= 0)	-0.1563	-0.24	-7.6948	-0.55
Farm size (0 – 100)	----	----	-13.7026*	-1.90
Farm size (101 – 250)	----	----	-12.3636*	-1.76
Numbers of animal (10 – 30)	----	----	41.0207***	7.42
Numbers of animal (> 30)	----	----	158.0910***	26.88
Milking animal share	-0.4999	-1.31	----	----
Farmers that grows feed crops	0.2645*	1.67	----	----
Farm receiving animal support (d = 1)			-66.6801***	-11.97
σ		49.4978***	33.16	
ρ_{12}		0.9741***	50.44	
Log Likelihood value			-3298.4285	

Note: *, ** and *** show statistically important variables at %10, %5 and %1 level.

Farms having culture and cross-breeding livestock are of an increasing likelihood to use incentives rather than the farms having the native race of livestock ($p < 0.05$). Farms having native race have the characteristics of a temporary income for the family; on the other hand, because of having the other two races of livestock and carrying out the production intended for the market, the likelihood of them using the incentives will increase gradually.

The likelihood of using animal incentives is seen to have been low in regions compared to Marmara and Black sea regions. Thus, in the two base regions, more modern agricultural livestock activities have been carried out, and because they are informed about the incentives individually, they are highly likely to use animal incentives.

Agricultural farms that breed forage plants are highly

likely to receive animal incentives compared those that do not ($p < 0.1$). Farms breeding forage plants are of a high likelihood of producing animal foods compared to the ones which do not, and thus, they will have an increased likelihood of benefitting from such incentives. Such results are in agreement with those of Erdal et al. (2020) and Isik et al. (2009). Erdal et al. (2020) showed that increasing farm size, education and age of the farmers increased the likelihood of using incentives. Isik et al. (2009) found having culture breeds, growing feed crops, membership status to unions or cooperatives, and education of farmers affected the livestock support utilization level positively, while the farmer's age affected negatively.

When the factors affecting the value of gross output are viewed in the TEM (Table 3), the farmers who are middle school, high school and college graduates have

more total income compared to the elementary school or lower degree farmers ($p < 0.05$). The total revenue of farms that are members of the CBA has increased compared to nonmembers. Thus, farm members of both cooperative types have increased their total income by

sharing and using the information obtained from the associations personally or synergistically. In agricultural farms, those that keep a record of studbook have more income than those that do not ($p < 0.05$).

Table 3. Parameters value of the mazimum likelihood function for the switching regression model for the total revenue

Çizelge 3. Toplam hasılat için giden/kalan manevra modeline ilişkin en yüksek olabilirlik fonksiyonun parametre değerleri

Variable	Prob. of receiving animal support		Total revenue when d=1		Total revenue when d=0	
	Parameter	t-value	Parameter	t-value	Parameter	t-value
Constant	-1.054	-1.19	-99.835***	-2.63	34.916**	2.26
Secondary school graduate	0.464	1.56	18.695**	2.34	7.868	1.55
High school graduate farmer	0.440	1.32	7.210	0.82	-2.571	-0.43
University graduate farmer	0.952**	2.12	27.730*	1.94	-16.888*	-1.93
Household size	0.009	0.23	-1.342	-1.00	-0.437	-0.70
Age of farmers	-0.009	-1.04	0.146	0.54	-0.019	-0.11
Membership status to CBA	1.009***	4.47	31.260***	4.03	-3.355	-0.37
Cooperative membership status	0.974***	3.01	54.929*	1.90	5.029	1.06
Having record system in farms	-0.125	-0.42	11.150	0.55	-1.343	-0.25
Input-output recording status	-0.047	-0.16	8.880	1.15	-0.942	-0.14
Stud book recording status	0.253	1.13	9.769	1.56	6.747*	1.94
Barn type	0.652	1.46	2.099	0.28	-0.558	-0.02
Milking type	0.567**	2.24	26.897**	2.08	10.455***	2.73
Producing silage in farm	0.437	1.56	14.950*	1.71	2.410	0.50
Having culture breeding	1.191***	3.41	44.847**	2.46	7.021	1.25
Having cross breeding in farm	1.538***	2.63	23.121	0.99	14.883*	1.89
Aegean	-0.383	-1.09	5.201	0.61	9.084	0.96
Mediterranean	-1.280***	-2.61	-24.877	-1.62	7.5866	0.70
Central Anatolia	-0.646	-1.56	0.479	0.06	6.390	0.62
Southeastern Anatolia	-1.349	-3.19	-35.568**	-2.44	1.006	0.11
East Anatolia	-0.751**	-2.42	-39.464***	-2.96	0.503	0.06
Farm size (= 0)	-0.063	-0.13	-11.185	-0.59	-7.108	-0.73
Farm size (0 – 100)	----	----	-11.777	-1.11	-14.867**	-2.27
Farm size (101 – 250)	----	----	-11.348	-1.15	-10.551	-1.63
Numbers of animal (10 – 30)	----	----	44.227***	5.51	29.842***	7.87
Numbers of animal (> 30)	----	----	177.961***	21.48	90.124***	19.82
Milking animal share	-1.131*	-1,90	----	----	----	----
Farmers that grows feed crops	0.251	1,12	----	----	----	----
σ_0		17.34***			14.76	
ρ_0		-0.15			-0.28	
σ_1		52.24***			25.85	
ρ_1		0.93***			19.58	
Log Likelihood value				-3185.601		

Note: *, ** and *** show statistically important variables at %10, %5 and %1 level.

In agricultural farms, machinery milking increases the total revenue, and in farms that make their silage, we can say that they have more agricultural income than those that do not. The process of making silage can be assumed an opportunity cost. The farms that carry out such activities compared to those that do not, make a more rational time selection, and thus save time and have a high likelihood of increasing economic profit and agricultural income. As expected, the number of farms that have culture and crossbreed livestock is

more than the ones that have a native race of livestock ($p < 0.05$). Agricultural livestock farms that operate in the Marmara and Black Sea regions have more agricultural income compared to those that operate in the Mediterranean, Southeast, and Eastern Anatolian regions ($p < 0.05$).

The dairy farms that are between the size of fewer than 250 decares (da) have been found to have less income compared to those that are larger than 250 da. As the size of the farm increases, the total agricultural income

correspondingly increases. Similarly, as the number of livestock increases, the total income increases correspondingly ($p < 0.05$). However, the size of agricultural land and the variables of livestock existence fail to determine which farms are technically and economically more efficient. As technical and economic effectiveness show different approaches, they were excluded from our study. On the other hand, although it was mentioned that the treated farms have more agricultural income compared to those that have not used animal incentives, it cannot provide certain information about whether the monetary amount of the treatment will be positive or negative. Such an outcome can only be achieved by measuring the effect of the treatment.

For the equation of value of gross output, before the effects of the SRM model are mentioned, a simultaneous equation needs to be tested to determine whether it is suitable for the data. In the simultaneous equation system, three variables (likelihood of getting animal incentives, value of gross output of the farms that received the incentives, and the value of gross output of the farms that did not get the incentives) are included in an equation system, against the hypothesis that the likelihood of getting the animal incentives equation is in a relationship with one of the variables of gross output value, which consists of testing the basic hypothesis suggesting the absence of such a relationship. To carry out this test, Wald test statistics were used. The Wald test statistic value was calculated as 33.88 and statistically significant ($p < 0.001$). Thus, the simultaneous measurement of the three equations, in terms of being undeviating, consistent, and having the minimum variance, is of great importance.

When the cross-correlation coefficient between treated and untreated farms is viewed in terms of the variables of gross output value and the equation of likelihood of receiving livestock incentives (Table 3), although there is a linear negative relationship between the likelihood of getting livestock incentives and the gross output value of untreated farms, this relationship is statistically important. On the other hand, contrary to this, there is a positive force (0.93) and linear and statically significant relationship between the variable of gross output of the farmers benefitting from agricultural incentives and the variable of the likelihood of getting livestock incentives. This positive linear relationship confirms the correlation coefficient in the TEM. Thus, there will be a linear relationship in the same direction and force among the uncontrollable factors, a change in a dependent variable, and

the other dependent variables in the system.

The directions of factors in the SRM model for gross output value are viewed in Table 3. We can see similar outcomes in the likelihood model as in the probit model in the TEM. Farmers with college degrees, a member of CBAs, and members of any agricultural cooperative

increase their chances to benefit from livestock incentives. On the other hand, raising livestock in indoor places, carrying out milking through machinery and agricultural animal farms having culture and cross-breeding race are more likely to benefit from livestock incentives provided by the state compared to farmers who do not have such qualities. Meanwhile, agricultural and livestock farms operating in the Marmara and Black sea regions are more advantageous in terms of using incentives than those operating in other regions. The farms operating in the Mediterranean and Eastern Anatolia regions as well as having a lower likelihood of benefiting from the incentives compared to the underlying regions, the coefficients related to these regions were found to be statistically different from zero.

As the number of milking livestock out of the total animals increases, the state of the likelihood of benefitting from the incentives decreases. Probably, the increase in the number of milking livestock deprives other kinds of animals of incentives and decreases the likelihood of getting livestock incentives. On the other hand, when the factors effecting on total income of treated farms are viewed, we can see that middle school, high school or college degree farmers have more income than the underlying ones. As the labor force increases, the total agricultural income of treated farmers also increases. Moreover, being a member of the CBA or of any agricultural association increases in total income. The treated farms carry out milking through machinery have an advantage in terms of agricultural income compared to those carrying out milking conventionally. Similarly, the treated farms making their silage, compared to those deprived of such activities, are advantageous in terms of total income. The treated farms having culture breed race, compared to the treated ones having the native race, have more agricultural income in total.

Farms operating agricultural livestock in the Marmara and Black Sea regions have more income in total than those similar ones in other regions of our country. The treated farms operating in Eastern and Southeastern Anatolia regions, compared to the underlying regions, have statistically less agricultural income. While most of the farms operating in both regions carry out production extensively, in other words, in a primitive and labor-intensive manufacturing way, in the underlying region, technology-intensive manufacturing is in question. In parallel with the increase in cultivation area and the number of cattle, the income of the farms increased. As expected, as the cultivation area and the number of livestock increased, the total income of treated farmers also increased. When the factors that affect the total income of the untreated farms are viewed, the increasing level of education decreases the total agricultural income. Thus, because the opportunity

cost of education is high in such farms, we can say that an increasing level of education uses the labor force in other activities. It can be inferred from this that the farm members of CBA provide less income compared to the non-member farms. Despite this, the total income of farmers keeping records of studbooks or having indoor barns increase, and the untreated farms having cross-breeding races have more agricultural income compared to the untreated ones having native race of livestock.

As increasing farm size leads to a decrease in the total income of untreated farms, the increase in the number of total livestock increases the income of the farmers in this group. The parameter coefficients were statistically significant in terms of increasing agricultural territory and the number of livestock. These results are in agreement with those of Bezlepkina et al. (2005), Barnes (2006), Ooms & Peerlings (2005), McCloud & Kumbhakar (2008),

D'Antoni & Mishra (2011), Sandika (2011), Zhu et al. (2008 and 2012), Terin et al. (2022).

We now will examine the treatment effect, average treatment effect and the effects of the treatment and average treatment effects on the farms benefitting from agricultural incentives through both the value of gross output and the variables of net profit. The effects on the variables of the value of the gross output of the three treatments are given in Table 4. The approximate amount of treatment effect in the TEM was calculated as 18987 Turkish Lira (TL) and the monetary value was found to be statistically significant. Thus, the state benefits from the incentives will increase gross output approximately by 19000 TL. Thus, when agricultural incentives are considered as an element of financial improvement of farms, it is important to maintain the consistency of agricultural activities in terms of sustainability.

Çizelge 4. Toplam hasılat için muamele, ortalama ve muamele görenler üzerindeki etki miktarları
 Table 4. Treatment effect, average treatment effect, and amount of effects on the treated for total revenue

Variables	Treatment Effect Model		Mover/Stayer Switching Model	
	Parameter	t-test	Parameter	t-test
TE	18.987***	8.40	80.498***	13.00
ATE	---	---	6.131	0.43
TTE	---	---	26.768*	1.89

Note: *, ** and *** show statistically important variables at %10, %5 and %1 level.

All the indications related to the net profit variable are presented in Tables 5 and 6. Similar results were also obtained. According to the test results, in the TEM, two dependent variables should be discussed simultaneously and three dependent variables in the mover/stayer SRM, parameter values should be obtained in a similar way and the indication that the three variables in a system should be solved simultaneously. The LR test in the TEM was calculated as 33.05 and Wald test statistics in mover/stayer switching model was calculated as 472.07, and the values were found to be statistically significant.

Since the indicators related to the coefficient of dependent variables show similarities to the indicators in gross output value, they will not be suggested here again. Independent value of gross output in both the TEM and Mover/Stayer SRM, contrary to the variable, we can say that it has a limited effect on the net profit. Maybe the biggest reason for this is that if some farms being in loss are considered, since the net profit shows a difference, we can say that it originates from the system deprived of the factors able to reach the variables of the size of the loss.

On the other hand, the amount in the three-treatment effect was found approximately four times more than the amount in the TEM. The value in the SRM stems from the triple regime forecast. This value was 80498

TL and statically significant. The value for the average treatment effect was calculated as 6131 TL, however, this was not found to be statically significant. Thus, although incentives increase average income, it is not at the targeted level. Farmers should be supported by reconstruction and varying incentives. In addition, when we consider the effect of treatment on the farmers that benefit from the incentives, livestock incentives, in this group, increase the gross output value by approximately 26768 TL and this value is statistically significant. Untreated farmers should be informed and encouraged about using the incentives, and the place and importance of sustainability of animal production incentives are of high importance to be relayed to farmers by related institutions.

The effects of treatments on net profit are given in Table 7. Primarily, the point to be considered here is that net profit consists of both positive and negative values. The amount of treatment in the TEM was similar to the amount of treatment in gross output. The amount of treatment in the mover/stayer switching regression model was calculated as approximately half the amount of gross output value. This is based on the excessive variability of net profit and being exposed to negative observations. This value, amounting to 39369 TL, was statistically significant. Thus, the total effect of incentives on net profits was found to be positive and significant. In contrast, the average treatment effect was negative and statistically insignificant. Similarly,

the effect of treatment on the net profit of the farmers relatively used the incentives was found to be 18761 TL but statistically insignificant. Although these findings differ from some published studies (Zhu et al., 2012; Latruffe et al., 2017; Garrone et al., 2018; Zhu et al., 2012), they are consistent with those of Hadley (2006) and Bezlepina ve ark. (2005). Latruffe et al. (2017) found a negative association between subsidies and technical efficiency in Belgium and the United Kingdom, and a positive relationship between Spain and Portugal. Zhu et al (2008 and 2012) showed that while the subsidies provided within the scope of the EU Common Agricultural Policy negatively affected the

technical efficiency of dairy cattle farms in Germany and the Netherlands, they did not have a statistically significant effect in Sweden. While the subsidies given to Dutch farms increased their competitiveness, it had a positive effect on the increase of technology levels of dairy farms in Germany and Sweden. Garrone et al. (2018) and Zhu et al. (2012) report subsidies may reduce productivity and income. On the other hand, McCloud & Kumbhakar (2008) found that subsidies positively affected productivity and increased technical efficiency in dairy farms in Denmark, Finland, and Sweden.

Çizelge 5. Net kar için muamele etki modelinin en yüksek olabilirlik parametre değerleri
 Table 5. The maximum likelihood parameter values of the treatment effect model for net profit

Variable	Probability of receiving animal support		Net profit	
	Parameter	t-value	Parameter	t-value
Constant	-1.211	-1.47	19.641	0.83
Secondary school graduate farmer	0.404	1.60	4.384	0.68
High school graduate farmer	0.429	1.41	4.939	0.64
University graduate farmer	1.349***	3.48	20.698*	1.81
Household size	0.027	0.70	0.144	0.15
Age of farmers	-0.002	-0.20	-0.034	-0.14
Membership status to DSYB	1.014***	4.83	23.436***	3.30
Cooperative membership status	0.699**	2.47	21.144	1.37
Having record system in farms	-0.251	-0.89	-5.231	-0.50
Input-output recording status	-0.060	-0.19	-0.801	-0.13
Stud book recording status	0.391**	2.08	8.219	1.60
Barn type	0.673**	2.23	-5.012	-0.74
Milking type	0.382	1.62	12.306	1.04
Producing silage in farm	0.555**	2.56	11.100	1.53
Having culture breeding in farm	0.861**	2.52	19.144	1.31
Having cross breeding in farm	0.900	1.51	9.873	0.45
Aegean	-0.204	-0.57	0.121	0.02
Mediterranean	-1.216**	-2.40	-26.425*	-1.78
Central Anatolia	-0.288	-0.90	-4.648	-0.69
Southeastern Anatolia	-1.108***	-2.94	-30.419***	-2.80
East Anatolia	-0.784***	-2.71	-22.905*	-1.73
Farm size (= 0)	-0.004	-0.01	-2.840	-0.16
Farm size (0 – 100)	---	---	-4.883	-0.62
Farm size (101 – 250)	---	---	-9.253	-1.29
Numbers of animal (10 – 30)	---	---	19.472***	2.59
Numbers of animal (> 30)	---	---	98.073***	12.78
Milking animal share	-0.492	-0.82	---	---
Farmers that grows feed crops	0.162	0.86	---	---
Farm receiving animal support (d = 1)			-66.535***	-6.75
σ		52.994***		40.73
ρ_{12}		0.841***		21.47
Log Likelihood value			-3484.026	

Note: *, ** and *** show statistically important variables at %10, %5 and %1 level.

RESULTS and RECOMENDATIONS

According to the results, agricultural supports are important in terms of sustainability in agricultural activity, as they are considered as financial improvement of farms. On the other hand, when we

look at the three types of treatment effects in the switching regression model, the treatment effect in the TEM was found to be approximately four times greater. The average treatment effect value was calculated as \$2787, but it was not statistically

significant. Although animal supports increase the average total income, it is not at a desirable level. Therefore it may be necessary to support farmers by restructuring and diversifying animal support schemes. In addition, when we look at the effects of

treatment on farmers benefiting from subsidies, it is seen that animal support increases the gross production value of these groups by approximately \$12167 and this value is statistically significant.

Çizelge 6. Net kar için manevra modeline ilişkin en yüksek olabilirlik fonksiyonun parametre değerleri
 Table 6. Parameter values of the maximum likelihood function for the switching regression model for net profit

Variables	Probability of receiving animal support		Total profit when d=1		Total profit when d=0	
	Parameter	t-value	Parameter	t-value	Parameter	t-value
Constant	-2.123**	-2.57	-102.513	-1.59	14.386	0.60
Secondary school graduate farmer	0.636**	2.21	0.322	0.04	6.527	0.78
High school graduate farmer	0.650*	1.95	0.971	0.09	-0.706	-0.08
University graduate farmer	1.679***	3.93	24.385	1.63	-12.506	-0.60
Household size	0.044	1.10	0.706	0.52	-0.588	-0.52
Age of farmers	-0.001	-0.13	-0.139	-0.41	0.146	0.53
Membership status to DSYB	0.891***	4.31	29.340***	2.87	-15.375	-1.32
Cooperative membership status	1.006***	3.12	54.940	0.96	5.254	0.72
Having record system in farms	-0.287	-1.09	-10.739	-0.70	-3.292	-0.42
Input-output recording status	-0.084	-0.25	0.879	0.11	-7.955	-0.85
Stud book recording status	0.337*	1.66	10.956	1.61	3.841	0.66
Barn type	0.787**	2.09	-3.153	-0.36	-22.463	-0.23
Milking type	0.486**	1.96	17.927	0.98	5.043	0.83
Producing silage in farm	0.593**	2.54	10.202	1.00	6.067	0.74
Having culture breeding in farm	1.205***	3.75	27.645	1.12	0.273	0.03
Having cross breeding in farm	0.859	1.40	5.902	0.18	4.940	0.51
Aegean	-0.297	-0.84	-1.310	-0.13	6.573	0.37
Mediterranean	-1.287***	-2.70	-25.705	-1.22	5.239	0.39
Central Anatolia	-0.090	-0.23	-8.270	-0.93	34.094**	2.39
Southeastern Anatolia	-1.243***	-3.12	33.740**	-2.13	14.748	1.26
East Anatolia	-0.629**	-2.03	-22.669	-1.13	13.410	1.12
Farm size (= 0)	-0.028	-0.06	6.804	0.27	-14.506	-1.24
Farm size (0 – 100)	----	----	10.236	0.92	-31.207***	-3.80
Farm size (101 – 250)	----	----	1.534	0.15	-26.241***	-2.79
Numbers of animal (10 – 30)	----	----	17.511	1.53	17.199***	2.58
Numbers of animal (> 30)	----	----	95.861***	7.92	69.284***	8.18
Milking animal share	-0.501	-0,79	----	----	----	----
Farmers that grows feed crops	0.149	0,72	----	----	----	----
σ_0		23.388***			15.19	
ρ_0		-0.202			-0.34	
σ_1		60.442***			31.61	
ρ_1		0.928***			21.72	
Log likelihood value				-3400.999		

Note: *, ** and *** show statistically important variables at %10, %5 and %1 level.

Çizelge 7. Net kar için muamele, ortalama ve muamele görenler üzerindeki etki miktarları
 Table 7. Treatment, mean and amount of effect on the treated for net profit

Variables	Treatment Effect Model		Mover/Stayer Switching Model	
	Parameter	t-test	Parameter	t-test
TE	12.803***	6.92	39.369***	4.60
ATE	----	----	-3.857	-0.15
TTE	----	----	18.761	0.75

Note: *, ** and *** show statistically important variables at %10, %5 and %1 level.

As a priority problem, high feed prices hurt producers. For this, it is necessary to lower the tax rates applied to the feed and to give the difference to the producer.

In recent years, animal imports have negatively affected production and prices. Therefore, the production of quality breeding materials should be

emphasized, and the amount of support given in this regard should be increased. As in most agricultural farms in Türkiye, a low ratio of the firms surveyed was holding input-output recording. For this purpose, the farm accounting data network system should be extended to more farmers. Although most of the farmers surveyed produce roughage, roughage production is inadequate in areas with high livestock production capacity. Unintended use of agricultural land should not be allowed to increase the production of roughage, and farm sizes should be regulated according to the land plan.

A council should be established to ensure the implementation of regulations governing dairy policies and practices in Türkiye. Important goals must be achieved through this council by increasing raw milk quality, determination of raw milk price according to quality, increasing consumption of milk and dairy products, planning imports and exports, and ensuring the stability of production. The continuity of dairy cattle farming in Türkiye is related to the capital of farms, in kind and cash incentives, support, and subsidies given by the government. In recent years, organizations such as the CBA and the Milk Producers Association have been influential in promoting the demands and needs of producers to authorities and marketing their products. Producers should be encouraged to become members of agricultural organizations in their respective fields of activity. Non-member producers should be encouraged to become members, and the cooperation of members with their organizations should be increased.

In provinces such as Tekirdağ, Balıkesir, İzmir, Konya, and Denizli, the rate of organization and cooperation in dairy cattle farms is higher than that in the Eastern and Southeastern Anatolia region. Higher utilization rates are among the most important factors contributing to high milk productivity and profitability in these regions. In these provinces, where animal husbandry is carried out under intensive conditions, similar practices should be made widespread in all provinces by taking into consideration the fact that there are a large number of producers producing economically for the market, the producers have strong connections with the market, and the awareness levels about livestock support are high. In particular, to increase supports to enable small-scale enterprises to reach the targeted economic size, legal arrangements should be made and all farmers should benefit from these supports. Farmers who do not receive support should be encouraged to receive support, and the importance of support in the sustainability of animal production should be transferred to farmers by related institutions.

ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to thank TUBITAK-TOVAG

(Project no: 112O824) for supporting this research.

Researchers' Contribution Rate Statement

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

Conflict of Interest Statement

The authors of the article declare that there is no conflict of interest between them.

REFERENCES

- Akbay, C. & Ahmadzai, A.Z. (2020). The factors affecting food security in the eastern region of Afghanistan. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 23(2), 467-478. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.596442
- Akbay, C. & Akdoğan, F. (2022). Economic analysis of dairy cattle farms in İzmir province of Türkiye. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 25(3), 598-605. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.800409
- Ağır, H.B. & Akbay, C. (2022). Impact of contract farming on beef cattle farmers' income: A Propensity Score Matching Analysis. *Journal of Agriculture and Nature*, 26(2), 392-399. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.896094.
- Angrist, J.D. (2001). Estimation of limited dependent variable models with dummy endogenous regressors: Simple strategies for empirical practice. *Journal of Business and Economic Statistics*, 19(1), 2-28.
- Barnow, B.S., G.G. Cain & Goldberger, A.S. (1980). Issues in the analysis of selectivity bias. In evaluation studies review annual, vol. 5, ed. E.S. Stromsdorfer and G. Farkas, 43-59. Beverly Hills, CA: Sage.
- Bezlipkina, I., Lansink, A.O. & Oskam A. (2001). Farm firm micro-econometrics modeling: Empirical evidence from Russian dairy farming. Paper prepared for the annual meeting of the American Agricultural Economics Association in Chicago (August 5-8).
- Boz, I., Akbay, C., Bas, S., & Budak, D.B. (2011). Adoption of innovations and best management practices among dairy farmers in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(2), 251-261. DOI: 10.3923/javaa.2011.251.261
- Chandel, BS., Lal, P. & Kumari, B. (2019). Livestock production systems, subsidies and its implications: An investigation through review of literature. *Indian J Dairy Sci.*, 72(2), 121-128. DOI:10.33785/IJDS.2019.v72i02.001
- Dorward, (2015). Heroes, villains and victims: Agricultural subsidies and their impacts on food security and poverty reduction. Handbook on the Globalisation of Agriculture.

- Erdal, G., Erdal, H. & Çiçek, A. (2020). An analysis of the effects of livestock support policies on breeders: An example of TR83 region in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 8(11), 2378-2387. DOI:<https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i11.2378-2387.3676>
- Garrone, M., Emmers, D., Olper, A. & Swinnen, J. (2018). Subsidies and agricultural productivity: CAP payments and labour productivity (convergence) in EU agriculture. LICOS Discussion Paper Series. Discussion Paper 409/2018.
- Greene, W.H. (2012). *Econometric analysis*, 7th Edition. New York: Prentice Hall.
- Hadley, D. (2006). Patterns in technical efficiency and technical change at the farm-level in England and Wales, 1982–2002. *Journal of Agricultural Economics*, 57, 81-100. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2006.00033.x>
- Heckman, J.J., Tobias, & Vytlacil, E. (2003). Simple estimators for treatment parameters in a latent variable framework. *The Review of Economics and Statistics*, 85(3), 748-755.
- Henningsen, A., Kumbhakar, S. & Lien, G. (2011). Econometric analysis of the effects of subsidies on farm production in case of endogenous input quantities. In EAAE 2011 Congress - Change and Uncertainty, Zurich, Switzerland.
- Isık, HB., Aksoy, A. & Yavuz, F. (2009). Factors affecting dairy farmers' utilization of agricultural supports in Erzurum, Turkey. *Scientific Research and Essay*, 4 (11), 1236-1242.
- Karagölge, C., 1996, Tarımsal işletmecilik, tarım işletmelerinin analizi ve planlaması, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları no:326, Erzurum.
- Kasteridis, P.P. & S.T. Yen. (2012). Smoking cessation and body weight: Evidence from the behavioral risk factor surveillance survey. *Health Services Research*, 47, in press.
- Kılıç, O., & Eryılmaz, G.A. (2020). Samsun ilinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısal özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3), 637-645. <https://doi.org/10.30910/turkjans.682932>
- Kıral, T., Kasnakoğlu, H., Tathdil, F., Fidan, F. & Gündoğmuş, E. (1999). Tarımsal ürünler için maliyet hesaplama metodolojisi ve veri tabanı rehberi, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayın No:37, Ankara.
- Latruffe, E., Bravo-Ureta, B.E., Moreira, V.H., Desjeux, Y. & Dupraz, P. (2011). Productivity and subsidies in European Union countries: An analysis for dairy farms using input distance frontiers. Paper prepared for presentation at the EAAE 2011 Congress Change and Uncertainty, Challenges for Agriculture, Food and Natural Resources, August 30 to September 2, 2011 ETH Zurich, Zurich, Switzerland.
- Maddala, G.S. (1986). Disequilibrium, self-selection, and switching models. In *Handbook of econometrics*, vol. 3, ed. Z. Griliches and M.D. Intriligator, 1633–1688. Amsterdam: Elsevier Science Publishers BV.
- Maddala, G.S. (1999). *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Official Gazette, (2022). Resmi gazete. “<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/05/20130525-3.htm>”
- Rosenbaum, P.R. and D.B. Rubin. 1983. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41–55.
- Semerci, A. & Celik, A. (2017). Reflections of animal husbandry subsidies on dairy cattle enterprises: A case study of Hatay Province-Turkey, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 14(2), 92-100.
- Terin, M., Ceylan, M., Çiftçi, K. & Yıldırım, I. (2022). Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine üye olan ve olmayan süt sığırcılığı işletmelerinin hayvancılık desteklerinden faydalanma durumlarının analizi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53 (1), 42-50. DOI: 10.54614/AUAF.2022.960031
- Trnkova, G. & Mala, Z. & Vasilenko, A. (2012). Analysis of the effects of subsidies on the economic behavior of agricultural businesses focusing on animal production, AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics, Czech University of Life Sciences Prague, *Faculty of Economics and Management*, 4, 1-12.
- TÜİK, (2022). Hayvancılık istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu (www.tuik.gov.tr)
- Vozarova, I.K. and Kotulic R. 2016. Quantification of the effect of subsidies on the production performance of the Slovak agriculture. *Procedia Economics and Finance*, 39, 298-304. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)30327-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30327-6)
- WHO, (2022). The nutrition challenge and food system solutions. World Health organization. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/277440/WHO-NMH-NHD-18.10-eng.pdf>
- Yamane, T. (2001). Temel örnekleme yöntemleri. Çevirenler: Alptekin Esin, Celal Aydın, M. Akif Bakır, Esen Gürbüzsel. Literatür Yayıncılık, İstanbul
- Zhu, X., Demeter, R.M. & Lansink, A.O. (2008). Competiveness of dairy farms in three countries: the role of CAP subsidies. 12. Congress of the European Association of Agricultural Economists-EAAE, 2008.
- Zhu, X., Demeter, R.M. & Oude Lansink, A. (2012). Technical efficiency and productivity differentials of dairy farms in three EU countries: The role of CAP subsidies. *Agricultural Economics Review*, 13 (1), 66-92. DOI: 10.22004/ag.econ.253496



Tarımsal Eğitimin Çiftçiler Üzerine Etkisi: Atatürk Üniversitesi Örneği

Nursel AKIŞ¹, Adem AKSOY²

¹Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, ²Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum

¹<https://orcid.org/0000-0002-8375-2464>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4342-9272>,

✉: aaksoy@atauni.edu.tr

ÖZET

Çalışmada Atatürk Üniversitesine bağlı çiftçi eğitim merkezinde yürütülen uygulamalı eğitimlerin etkisi, alınan eğitimlerden sonra üretici davranışlardaki değişiklikler tespit edilmeye çalışılmıştır. Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde faaliyet gösteren çiftçi eğitim merkezinde 2016-2021 yılları arasında eğitim alan 149 üreticiden anket yoluyla elde edilen veriler çalışmanın birincil veri kaynağını oluşturmuştur. Ayrıca konuyla ilgili literatür, web sitelerinden ve ilgili kurum ve kuruluş rapor ve istatistikler ikincil veri olarak kullanılmıştır. Anketlerden elde edilen sonuçlar çapraz tablolar ve tanımlayıcı analizlerle sunulmuştur. Eğitimlere katılan çiftçilerin ulusal ya da uluslararası kurumlara proje hazırlayıp hazırlamama durumu bağımlı değişken olarak alınmış ve bağımlı değişkene etki eden işletmeci ve işletme özellikleri arasındaki ilişki lojistik regresyon analiz yöntemi ile irdelenmiştir. Hayvan ve bitki yetiştiriciliği, tarımsal destekler, tarım sigortaları, proje hazırlama teknikleri, Ziraat Fakültesi ve vizyoner çiftçi kimliği, kırsalda kadın girişimci, kooperatifçilik yetişkin eğitimi alanlarında bir çiftçi birden fazla eğitim alma fırsatını da yakalamıştır. Çiftçi eğitimlerinin üretim, yeniliklerin benimsenmesi ve sürdürülebilirlik konusunda pozitif yönde etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Eğitimlere katılan çiftçilerin edindikleri bilgi ve becerileri imkânları doğrultusunda işletmelerinde ve günlük yaşamlarında kullandıkları ve çevrelerindeki diğer üreticilerle paylaştığı ortaya çıkmıştır.

Tarım Ekonomisi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 23.12.2022

Kabul Tarihi : 28.02.2023

Anahtar Kelimeler

Çiftçi

Eğitim

Bitkisel üretim

Atatürk Üniversitesi

The Effect of Agricultural Training on Farmers: The Case of Ataturk University

ABSTRACT

In the study, it was tried to determine the effect of the applied trainings carried out in the farmer training center of Atatürk University and to determine what the changes in producer behaviors were after the trainings. The primary data source was the data obtained through questionnaires from 149 producers who received training at the farmer training center operating within Atatürk University Crop Production Application and Research Center between 2016-2021. In addition, the related literature, websites, reports, and statistics from related institutions and organizations were used as secondary data. The results from the questionnaires were presented with cross-tabs and descriptive analyses. Whether or not the farmers participating in the trainings prepared projects for national or international institutions were taken as the dependent variable and the relationship between the operator and business characteristics affecting the dependent variable was examined with the logistic regression analysis method. A farmer had the opportunity to receive more than one training in the fields of animal breeding, plant breeding, agricultural supports, agricultural insurance, project preparation techniques, Faculty of Agriculture and visionary farmer identity, rural women entrepreneurs, cooperatives adult education. It has been observed that farmer training has a positive effect on production, adoption of innovations, and sustainability. It has been revealed that the farmers participating in the training use their

Agricultural Economy

Research Article

Article History

Received : 23.12.2022

Accepted : 28.02.2023

Keywords

Farmer

Training

Crop production

Ataturk University

knowledge and skills in their businesses and daily lives in line with their possibilities and share them with other producers around them.

Atf Şekli: Akış, N., & Aksoy, A., (2023) Tarımsal Eğitimin Çiftçiler Üzerine Etkisi:Atatürk Üniversitesi Örneği. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26* (4), 902-911. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1223404>
To Cite : Akış, N., & Aksoy, A., (2023). The Effect Of Agricultural Training on Farmers: The case Of Atatürk University. *KSU J. Agric Nat 26* (4), 902-911. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.1223404>

GİRİŞ

Tarım tüm dünyada ekonomik değeri yüksek olan bir alan olup sektörler arasında her zaman stratejik olan yerini korumuştur. Sektör, gelişmekte olan ülkelerde ekonomik gelişmenin sağlanmasında önemli roller üstlenmektedir. Tarımın ilerlemesi, sürdürülebilirliği ve gelişmesi ancak yapılan bilimsel araştırmalar sonucu elde edilen bulgular ile teknolojik yeniliklerin çiftçiler tarafından kabul edilip, kullanılmaya başlanması ve yaygınlaşması ile mümkündür.

Tarımsal yayım, tarımsal üretimde verimliliği ve karlılığı artıracak yenilik ve teknolojilerin sektörde faaliyet gösteren üreticilere ulaştırılıp aktarılması, belirli tutum ve davranışların yenilikler ile benimsetilmesini sağlamaktadır. Tarımsal yayım çalışmaları ile çiftçilerin sahip olduğu niteliklerin olumlu yönde geliştirilmesi verimliliği artırıcı uygulamaların benimsetilmesi ile mümkündür. Bu bağlamda tarımsal yayım çalışmalarının kırsal toplumların kalkınmalarındaki olumlu etkisi herkes tarafından kabul görmektedir. Yayım kırsalda sürdürülebilirlikle birlikte hayati bir öneme sahiptir. Tüm dünyada yaygın eğitim ve yayım çalışmaları ile kırsal alanda hayatlarına devam eden nüfusun yaşam şartlarının yükselmesi tarımsal yayımın temel amaçlarından en önemlisidir.

Ülkeler karşılaştırıldığında, yayımın kuruluşlar tarafından uygulanma durumu ile yayım faaliyetlerinin farklı yasal statüdeki kurumlar tarafından gerçekleştirilmekte olduğu görülmektedir. Tarımsal yayım çalışmaları büyük oranda Tarım yada Kırsal Kalkınma Bakanlığı tarafından yapılmaktadır. Aynı zamanda yayım faaliyeti üniversiteler, üretici örgütleri, özel danışmanlık birimleri veya devlete bağlı olmayan diğer kuruluşlar tarafından da yürütülmektedir (Özçatalbaş ve ark., 2010). Türkiye, ulusal, bölgesel ve yerel bazda farklı yayım sistemlerini kullanmaktadır (Boyacı ve ark., 2014).

Literatür çalışmaları incelendiğinde hayvancılık alanında verilen eğitimlerin karşılaştırılması (Sezgin ve ark., 2008; Kır, 2010; Aksoy ve ark., 2012; Mohamad, 2017; Şevik, 2017), uygulanan yayım sistemlerinin karşılaştırılması (Çukur, 2007; Tesfaye et al., 2010; Maoba, 2016; Kayabaş, 2016; Gohil et al., 2017; Cengiz, 2018; Kassem et al., 2021), uygulanan yayım projelerinin etkileri (Kara, 2007; Toktaş, 2010; Derman, 2010; Öcal, 2018) üzerine çalışmışlardır.

Hızla değişim gösteren gelişmeler, problemler, problemlerin çözümünde ve deneyimler doğrultusunda yayım çalışmalarının iyileştirilmesine ve çoğulcu

yapının kurumsallaşmasına yönelik harekete geçme durumu çeşitli girişimlerle yapılmaktadır. Bu doğrultuda hem kamu hemde özel sektörde çiftçilerin bilgi görgü ve becerilerini artırmak için farklı alanlarda eğitim ve yayım çalışmaları yapılmaktadır.

Erzurum ilinin coğrafik yapısı ve arazi varlığı dikkate alındığında il ekonomisinde tarım ve içerisinde de hayvancılık faaliyet alanının diğer sektörlerle oranla daha fazla paya sahip olduğu görülmektedir. Tarım Erzurum ilinde üretim ve gelir kaynağı olması yanı sıra yaşam tarzı olarak da benimsenmiştir. Çiftçi nüfusunun fazla olduğu Erzurum, tarımsal açıdan önemli avantajlara sahip olsa da bazı iklim ve coğrafik konumu gibi dezavantajları da içermektedir. Çiftçilerin, dezavantajların üstesinden gelmesi için doğru zamanda doğru bilgilere ulaşması ve bilgiye dayalı üretim yapması gerekmektedir. DAP Bölge Kalkınma İdaresi'nin finanse ettiği Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne bağlı Çiftçi Eğitim Merkezi, çiftçilerin doğru bilgiyi doğru zamanda almalarını sağlayan önemli bir adım olmuştur. Merkez 2016 yılında faaliyetlerine başlamıştır. Altı yılda tarımın değişik alanlarında çiftçilere uygulamalı eğitimler verilen Atatürk Üniversitesi Çiftçi Eğitim Merkezi tarafından yürütülen çiftçi eğitim faaliyetlerinin etkisini belirlemek, üreticilerde eğitim sonrası meydana gelen olumlu davranışları ortaya koymak oldukça önemlidir. Bu bağlamda; eğitim alan çiftçilerin eğitimlerden faydalanma durumunu tespit etmek, eğitimlerin çiftçilerin anlayış ve uygulamalarında değişim meydana getirip getirmediğini ortaya çıkarmak, verilen eğitimlerin başarısını ölçmek ve eğitim alan çiftçilerin eğitimden sonra proje yapıp yapmadığının tespit edilmesi çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır.

MATERYAL ve METOD

Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi uhdesinde faaliyet gösteren Çiftçi Eğitim Merkezinde 2016-2021 yılları arasında eğitim alan 149 üreticiden anket yoluyla elde edilen veriler çalışmanın birincil veri kaynağını oluşturmuştur. İkincil veriler ise ulusal ve uluslararası bilimsel çalışmalar, ilgili ulusal ve uluslararası kurum ve kuruluşlara ait rapor ve istatistiklerden elde edilmiştir.

Metot

2016 yılında faaliyete geçen çiftçi eğitim merkezinde

2016-2021 yılları içerisinde 873'ü erkek ve 149'u kadın olmak üzere 1022 bireye farklı konularda sertifikalı eğitimler verilmiştir. Araştırma alanı içinde tarımın farklı alanlarında özellikle de hayvancılık alanında eğitime katılan işletmecilerin fazla olması nedeniyle işletmelerin sahip oldukları hayvan sayıları dikkate alınarak örnek büyüklüğü basit tesadüf örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Anketlere verilen cevapların bazılarının eksik yada yetersiz doldurulacağı düşünülerek anket sayısı %5 arttırılmıştır. Araştırmada anket yapılacak işletme sayısının belirlenmesinde %95 güvenirlilik ve %5 hata payı içerisinde çalışılmıştır.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{(N - 1) * D^2 + \sigma^2}$$

Formülde;

n =Örnek hacmi,

N =Eğitim verilen kişi sayısı,

σ^2 =Popülasyon varyansı

D =d/z değeri

d =Kabul edilebilir hata ($\bar{x} * 0.05$)

z =Kabul edilebilir hata oranına göre

Standart Normal Dağılım Çizelgesindeki Z değerini göstermektedir.

$$n = \frac{1022 * 22.76}{1021 * \left(\frac{14.65 * 0.05}{1.96} \right)^2 + 22.76} = 141.5$$

$$142 + (142 * 0.05) = 149 \text{ anket}$$

Anket uygulamasında üreticilerin yaptığı faaliyet hakkında sağlıklı bilgi alabilmek açısından anketi cevaplayacaklara rahat bir ortam sağlamak oldukça önemlidir. Çiftçiler kamu ve özel sektör çalışanlarının sordukları soruların arkasında yatan nedenleri bilmedikleri için bu tür detaylı bilgi isteyen sorulara kuşku ile yaklaştıkları için doğru cevap vermekten imtina etmektedirler (Erkuş, 1977; Aksoy, 2008). Anket formları Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümünde daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan anket formları temel alınmış ve amaca uygun olarak revize edilerek hazırlanmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak anket formu 3 ana gruba ayrılarak hazırlanmıştır.

- Eğitime katılan birey ile ilgili bilgiler
- Yaptığı faaliyet alanı ile ilgili bilgiler
- Eğitim sonunda meydana gelen davranış ile ilgili bilgiler

Çalışmadan elde edilen ham veriler istatistiki analizlerin yapılabilmesi amacıyla amacıyla IBM SPSS 20 paket programına aktarılmıştır. Elde edilen sonuçlar çapraz (crosstable) tablolama ve tanımlayıcı (descriptive) analizlerle sunulmuştur. Anket formunda işletmeci ve işletme ile ilgili özelliklerin sunulmasında tanımlayıcı istatistik yöntemleri kullanılmıştır. İşletmeci anketleri, Erzurum ili coğrafi,

iklim ve arazi yapısı dikkate alınarak üç gruba ayrılarak analize tabi tutulmuştur. Eğitimlerden sonra ulusal ya da uluslararası kurumlara proje hazırlayıp hazırlamama durumu bağımlı değişken olarak alınmış ve bağımlı değişkene etki eden işletmeci ve işletme özellikleri arasındaki ilişki lojistik regresyon analiz yöntemi ile irdelenmiştir.

Ekonometrik çalışmalarda, nitel bağımlı değişkenler için sınırlı bağımlı değişken regresyon modelleri kullanılır. Bu modeller bağımlı değişkenin ikili ya da kukla olması durumunu göstermektedir (Miran, 2007). Burada bir olayın gerçekleşip gerçekleşmeme durumu anlatılmaktadır. Olayın gerçekleşme şartında açıklanan değişken bir, gerçekleşmeme durumunda ise sıfır değerini almaktadır. Bağımlı değişkeni açıklayan birden fazla bağımsız değişken olabilir (Gujarati, 1995).

Literatürde açıklanan değişkenin kesikli olduğu modellerin tahmininde doğrusal olasılık modeli, logit, probit ve tobit modelleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmada, anket uygulanan çiftçilerin, hibe ve ya da destek almak amacıyla proje hazırlayıp hazırlamamalarında etkisi olan faktörlerin belirlenmesinde sınırlı bağımlı değişken regresyon modellerinden logit tahmin modeli kullanılmıştır (Gujarati 1995; Akaya & Pazarlıoğlu 1998).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada 149 işletme ile anket yapılmış olup anketlerden bir tanesine verilen cevapların yetersiz ve anlamsız olması nedeniyle veri setinden çıkarılmıştır. 148 anket analize tabi tutulmuştur. Araştırma bölgesindeki anket uygulanan işletmelerin bölgelere göre dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede Erzurum ilçeleri üç bölge içerisinde toplanmıştır. Çat, Hınıs, Karayazı, Tekman, Karaçoban Güney ilçeleri, İspir, Tortum, Uzundere, Narman, Oltu, Olur, Şenkaya Kuzey ilçeleri ve Aşkale, Pasinler, Ilıca, Yakutiye, Aziziye, Köprüköy, Palandöken ve Horasan ilçeleri de ova ilçeler içerisinde yer almıştır. Anketlerin %68.3' ünü Ova, %16.2' sini Kuzey, %15.5'ini Güney ilçelerinde ki işletmeler oluşturmaktadır (Çizelge 1)

Table 1. Distribution of questionnaires according to Erzurum regions

Çizelge 1. Anketlerin Erzurum bölgelere göre dağılımı

Bölge	İşletme Sayısı	Toplam İçerisindeki Payı (%)
Ova İlçeleri	101	68.3
Kuzey İlçeleri	24	16.2
Güney İlçeleri	23	15.5
Toplam	148	100.0

Orijinal hesaplamalar

Ankete katılan üreticilerin bugüne kadar katıldıkları toplam eğitim sayılarının verildiği Çizelge 2 incelendiğinde yalnızca bir adet eğitime katılanların oranı %8.8, iki adet eğitime katılanların oranı %39.2,

üç adet eğitime katılanların oranı %30.4 ve dört ve üzeri eğitime katılanların oranı ise %21.7 olarak tespit

edilmiştir. Dört ve üzeri eğitime katılma oranının en yüksek olduğu ilçeler %56.5 ile Güney ilçeleridir.

Table 2. Number of trainings attended by business owners
Çizelge 2. İşletme sahiplerinin katıldıkları eğitim sayıları

Eğitim sayısı	Ova		Kuzey		Güney		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
1	7	4.7	6	4.1	0	0.0	13	8.8
2	44	29.7	8	5.4	6	4.1	58	39.2
3	32	21.6	9	6.1	4	2.7	45	30.4
4+	18	12.3	1	0.7	13	8.9	32	21.7
Toplam	101	68.2	24	16.2	23	15.5	148	100.0

Pearson Chi-Square =36.448 Asymp. Sig. =0.001

Orijinal hesaplamalar

Çiftçilerin farklı tarımsal konularda aldıkları eğitimlerinden elde edilen bilgileri günlük yaşamlarında veya işletmelerinde kullanıp kullanmama durumu Çizelge 3'te verilmiştir.

Çiftçilerin %94.6'sı kazanılan bilgi ve tecrübeleri günlük hayatlarına tatbik ettiklerini beyan etmişlerdir. Ova ilçelerinde yaşayan çiftçiler kazanılan bilgi ve tecrübelerini diğer grup ilçelerinde yaşayan çiftçilerden daha fazla kullandıkları görülmektedir.

Table 3. The situation of using the information obtained in the farmer trainings of the surveyed farmers'
Çizelge 3. İncelenen işletmelerin çiftçi eğitimlerinde edinilen bilgileri kullanma durumu

Bilgileri kullanma durumu	Ova		Kuzey		Güney		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Evet	97	65.5	22	14.9	21	14.2	140	94.6
Hayır	4	2.7	2	1.4	2	1.4	8	5.4
Toplam	101	68.2	24	16.2	23	15.5	148	100.0

Pearson Chi-Square =1.302 Asymp. Sig. =0.522

Orijinal hesaplamalar

Atatürk Üniversitesi Çiftçi Eğitim Merkezinde verilen eğitimlere katılan çiftçilerin eğitimlerden sonra Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK), Kuzey Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı (KUDAKA) vb. kurumlar tarafından verilen hibelerden yararlanmak amacıyla proje yapmalarını beklenen olumlu davranış olup. eğitim çalışmalarında amacına ulaştığının en önemli göstergesi olarak görülmektedir. Eğitim

çalışmalarına katılan çiftçilerin farklı fon kaynaklarından yararlanmaları hem üreticinin kendisine hemde dolaylı olarak bölge ekonomisine önemli katkı sağlayacağı aşikârdır. Eğitimlere katılan çiftçilerin %23.0'ı eğitimler bittikten sonra proje hazırladıklarını ifade etmişlerdir. Ova ilçelerinde eğitime katılanların %28.7'si Kuzey ilçelerinde %8.6'sı ve Güney ilçelerinde %12.9'si proje hazırlayıp ilgili kurumlara sunmuşlardır (Çizelge 4).

Table 4. Project preparation status after training
Çizelge 4. Eğitimlerden sonra proje hazırlama durumu

Bilgileri kullanma durumu	Ova		Kuzey		Güney		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Evet	29	19.6	2	1.4	3	2.0	34	23.0
Hayır	72	48.6	22	14.9	20	13.5	114	77.0
Toplam	101	68.2	24	16.2	23	15.5	148	100.0

Pearson Chi-Square =7.556 Asymp. Sig. =0.023

Orijinal hesaplamalar

İşletme gruplarına göre eğitim alan çiftçilerin %41.2'sinin TKDK'ya proje hazırladıkları görülmektedir. İkinci sırada %38.2 ile DAP izlerken 3. sırada %8.8 ile KUDAKA ve Tarım ve Orman Bakanlığı takip etmektedir (Çizelge 5). En az proje ise %2.9 ile STK'lara sunulmuştur. 30 adet proje ile en

fazla proje Ova ilçelerinde hazırlanmıştır. Ova ilçelerinde hazırlanan proje sayısının fazla olmasının altında yatan en önemli iki etken olarak şehir merkezine yakınlık ve daha modern şartlarda üretim yapmalarını gösterilebilir (Çizelge 5).

Table 5. Distribution of projects by institutions where they are presented
Çizelge 5. Hazırlanan projelerin sunulduğu kurumlara göre dağılımı

Kurum	Ova		Kuzey		Güney		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
TKDK	12	35.3	1	2.9	1	2.9	14	41.2
DAP	11	32.4	1	2.9	1	2.9	13	38.2
KUDAKA	3	8.8	0	0.0	0	0.0	3	8.8
STK	1	2.9	0	0.0	0	0.0	1	2.9
Tarım ve Orman Bkn.	3	8.8	0	0.0	0	0.0	3	8.8
Toplam	30	88.2	2	5.9	2	5.9	34	100

Pearson Chi-Square =1.183 Asymp. Sig. =0.997

Orijinal hesaplamalar

İncelenen işletmelerde yenilik ve sürdürülebilirlik açısından alınan eğitimlerin başarı durumuna bakıldığında Ova ilçelerindeki üreticilerin %94'ü

eğitimleri başarılı bulurken bu oran sırasıyla Kuzey ve Güney ilçelerinde %91.7 ve %91.3 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak tüm ilde üreticilerin %93.2'si eğitimleri başarılı bulmaktadır (Çizelge 6).

Table 6. the success of the trainings in terms of innovation and sustainability

Çizelge 6. İşletmecilerin eğitimleri yenilik ve sürdürülebilirlik açısından başarılı bulma durumu

Gelir durumu	Ova		Kuzey		Güney		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Evet	95	64.1	22	14.8	21	14.1	138	93.2
Hayır	6	4.1	2	1.4	2	1.4	10	6.8
Toplam	101	68.2	24	16.2	23	15.5	148	100.0

Pearson Chi-Square =0.790 Asymp. Sig. =0.940

Orijinal hesaplamalar

Alınan eğitimlerin ardından eğitim ve eğitmenlere karşı çiftçilerin bakış açıları dikkate alındığında toplamda baştan beri eğitimlerin veya eğitmenlerin çok iyi olacağını düşünüyordum fikrim değişmedi diyenlerin oranı %91.9. "ilk başta verilen eğitimlerin yararlı olmayacağını düşünüyordum fakat yararlı

oldu" diyenlerin oranı %3.4 olup "ilk başta verilen eğitimlerin başarılı olacağını düşünüyordum fakat şimdi başarısız olduğunu düşünüyorum" diyenlerin oranı %2.7 ve "ilk başta eğitimlerin başarısız olacağını düşünüyordum ve halen aynı şekilde düşünüyorum" diyenlerin oranı %2.0'dir (Çizelge 7).

Table 7. Opinions of the trainees about the training

Çizelge 7. Eğitime katılanların eğitimler hakkındaki düşünceleri

Bakış açısı durumu	Ova		Kuzey		Güney		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Eğitimlerin yararlı olmayacağını düşünüyordum. yararlı oldu	2	1.4	2	1.4	1	0.7	5	3.4
Baştan beri eğitimlerin çok iyi olacağını düşünüyordum fikrim değişmedi	96	64.9	20	13.5	20	13.5	136	91.9
İlk başta verilen eğitimlerin başarılı olacağını düşünüyordum fakat şimdi başarısız olduğunu düşünüyorum	2	1.4	2	1.4	0	0.0	4	2.7
İlk başta eğitimlerin başarısız olacağını düşünüyordum ve halen aynı şekilde düşünüyorum	1	0.7	0	0.0	2	1.4	3	2.0
Toplam	101	68.2	24	16.2	23	15.5	148	100.0

Pearson Chi-Square =12.455 Asymp. Sig. =0.053

Orijinal hesaplamalar

Günümüzde çiftçi eğitimlerinin üreticilerin bilgi görgü ve becerilerini arttırmadaki etkisi göz ardı edilemez. Anket uygulanan çiftçilere çiftçi eğitimlerinin

gerekliği sorulduğunda çiftçilerin %99.3'lük bölümü bu eğitimlerin gerekli olduğu yanıtını vermiştir (Çizelge 8).

Table 8. The necessity of their training according to the farmers

Çizelge 8. İncelenen işletmelerde çiftçi eğitimlerinin gereklilik durumu

Eğitim gereklilik durumu	Ova		Kuzey		Güney		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Evet	101	68.0	24	16.2	22	14.9	147	99.3
Hayır	0	0.0	0	0.0	1	0.7	1	0.7
Toplam	101	68.2	24	16.2	23	15.5	148	100.0

Pearson Chi-Square =0.642 Asymp. Sig. =0.725

Orijinal hesaplamalar

Çiftçilerin %63.5'lik bölümü eğitimlerden Tarım İlçe Müdürlüğü elemanları vasıtasıyla haberdar olduklarını belirtmişlerdir. %18.9'luk kesim ise köydeki diğer çiftçiler vasıtasıyla haberdar olurken

%11.5'lik bölüm ise köy muhtarı vasıtasıyla. %4.7'lik bölüm üniversiteden gelen hocalar vasıtasıyla ve %1.4'lik bölüm STK vasıtasıyla haberdar olduklarını beyan etmişlerdir (Çizelge 9).

Table 9. Farmer' awareness of trainings

Çizelge 9. İncelenen işletmelerde eğitimlerden haberdar olma durumu

Haber alma şekli	Ova		Kuzey		Güney		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Tarım ilçe müdürlüğü elemanları vasıtası ile	57	38.5	15	10.1	22	14.9	94	63.5
Üniversiteden gelen hocalar vasıtası ile	5	3.4	1	0.7	1	0.7	7	4.7
Köydeki diğer çiftçiler vasıtası ile	24	16.2	4	2.7	0	0.0	28	18.9
Köy muhtarı vasıtasıyla	14	9.5	3	2.0	0	0.0	17	11.5
STK vasıtasıyla	1	0.7	1	0.7	0	0.0	2	1.4
Toplam	101	68.2	24	16.2	23	15.5	148	100.0

Pearson Chi-Square =15.218 Asymp. Sig. =0.055

Orijinal hesaplamalar

Çiftçilerin %93.2'si hayvan yetiştiriciliği eğitimlerine katılmışlardır. Bu sonuç araştırma alanında hayvan yetiştiriciliğinin önemini ortaya koymaktadır. Ankete katılanlar ikinci sırada %89.2 oranı ile bitki yetiştiriciliği, üçüncü sırada %27.0 oranı ile tarımsal

destekler eğitimine katılmayı tercih etmişlerdir. Sırasıyla tarım sigortaları (%8.1), tarım okulu ve vizyoner çiftçi eğitimi (%5.4), kırsalda kadın girişimciliği, kooperatifçilik, yetişkin eğitimi alanında verilen eğitimlere katılım (%0.7) olmuştur (Çizelge 10).

Table 10. Types of farmer trainings attended

Çizelge 10. Katılılan çiftçi eğitimleri türleri

Eğitim Türü	Ova		Kuzey		Güney		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Hayvan yetiştiriciliği	93	62.8	22	14.9	23	15.5	138	93.2
Bitki yetiştiriciliği	98	66.2	15	10.1	19	12.8	132	89.2
Tarımsal destekler	26	17.6	3	2.0	11	7.4	40	27.0
Tarım sigortaları	0	0.0	0	0.0	12	8.1	12	8.1
Proje hazırlama tekniği	1	0.7	0	0.0	3	2.0	4	2.7
Tarım okulu ve vizyoner çiftçi	0	0.0	0	0.0	8	5.4	8	5.4
Kırsalda kadın girişimciliği	1	0.7	0	0.0	0	0.0	1	0.7
Kooperatifçilik	0	0.0	0	0.0	1	0.7	1	0.7
Yetişkin eğitimi	0	0.0	0	0.0	1	0.7	1	0.7

Alınan eğitimlerin sağlamış olduğu etkiler 33 başlık altında toplanmıştır. Alınan eğitimlerin ardından bilgileri günlük yaşamlarında ve işletmelerinde uygulayan çiftçiler hayvancılık anlayışının değiştiğini, ahırını daha havadar tutmayı öğrendiklerini, ineğin verimine göre yem vermeye ve buzağılara ağız sütü vermeye başladıklarını, kaba yemi daha iyi muhafaza ettikleri önermelerine tamamen katıldıklarını

belirtmişlerdir. Buzağıyı inekten ayırmaya ve kendim emzirmeye başladım (4.95), aşıları düzenli yaptırmaya başladım (4.94), teknik bilgilerim arttı (4.86) önermelerine çiftçiler kesinlikle katılmaktadırlar. Çiftçiler tarım sigortası yaptırmaya başladım (2.93) ve toprak analizi yaptırmaya başladım (2.71) önermelerine orta derecede, proje yaparak hibelerden yararlandım (2.04) önermesine biraz katılırken

soğutma tankı kullanmaya başladım (1.02) 11).
önermesine kesinlikle katılmamaktadırlar (Çizelge

Table 11. Contribution made at the end of farmer training
Çizelge 11. Alınan eğitimlerin sağlanmış olduğu katkıların dağılımı

Değişkenler	Ortalama	Standart Sp.
Hayvancılık anlayışımı değiştirdi	4.96	0.437
Ahır daha havadar tutmayı öğrendim	4.96	0.429
İneğin verimine göre yem vermeye başladım	4.96	0.440
Aşuları düzenli yaptırmaya başladım	4.93	0.496
Buzağılara ağız sütü vermeye başladım	4.96	0.432
Buzağıyı inekten ayırmaya ve kendim emzirmeye başladım	4.95	0.464
Ahırda suluk kullanmaya başladım	4.62	1.174
Sağım makinası kullanmaya başladım	4.68	1.010
Soğutma tankı kullanmaya başladım	1.02	0.257
Sağımdan önce ve sonra meme temizliğine dikkat etmeye başladım	4.81	0.803
Hayvan hayat sigortası yaptırmaya başladım	3.40	1.493
Besi hayvanımı maksimum 2 yaşında kesilmeye göndermeye başladım	3.17	1.184
Suni tohumlama yapmaya başladım	3.12	1.311
Hayvan ırkında iyileştirmeye gittim	3.18	1.515
Samanı yem olarak kullanmamamı sağladı	4.79	0.829
Silaj yapmaya başladım	4.28	1.449
Merada münavebeli otlamaya başladım	4.92	0.541
Sütü ham süt olarak satmaya başladım	4.38	1.366
Sağımı daha hijyenik yapmaya başladım	4.93	0.466
Kaba yemi daha iyi muhafaza etmeye başladım	4.96	0.319
Münavebeli üretim yapmaya başladım	4.59	1.146
Yem bitkisini mibzerle ekmeye başladım	4.49	1.238
Sertifikalı tohum kullanmaya başladım	3.64	1.608
Desteklerden daha fazla yararlanmaya başladım	3.47	1.509
Yeni teknolojileri kullanmaya başladım	3.36	1.552
Tarım sigortası yaptırmaya başladım	2.93	1.356
Maliyetlerim düştü	3.65	0.939
Hayat standartım yükseldi	3.68	0.977
Toprak analizi yaptırmaya başladım	2.71	1.755
Proje yaparak hibelerden yararlanmaya başladım	2.04	1.737
Zamandan tasarruf sağladım	3.94	1.068
İş yüküm azaldı	4.03	1.066
Teknik bilgim arttı	4.86	0.696

*1: Kesinlikle katılmıyorum. 2: Biraz katılıyorum. 3: Orta derecede katılıyorum. 4: Katılıyorum. 5: Kesinlikle katılıyorum

İşletme sahiplerinin katıldıkları eğitim çalışması ile ilgili yaşadıkları aksaklık ve olumsuzlukları önem sıralarına göre 1. derecede eğitimlerde uygulama eksikliği %68.2, sınırlı, az sayıda çiftçiye ulaşma %24.3, diğer %4.1 cevaplarını vermişler. 2. derecede %37.2 çiftçilerin ilgi göstermemeleri, %36.5 sınırlı, az sayıda çiftçiye ulaşılması, %20.3 eğitimde uygulama eksikliği cevaplarını vermişlerdir. 3. derecede %52.7 çiftçilerin ilgi göstermemeleri. %33.1 sınırlı sayıda çiftçiye ulaşılması. %6.1 eğitimlerde uygulama eksikliği cevaplarını vermişlerdir (Çizelge 12).

Atatürk Üniversitesi uhtesinde faaliyet gösteren çiftçi

eğitim merkezinde değişik dönemlerde eğitimlere katılan çiftçilerin %23'ü alınan eğitimlerden sonra ulusal ve uluslararası kurumlara proje hazırladıklarını ifade etmişlerdir. Çiftçilerin proje hazırlamalarında etkili olan işletmeci ve işletmenin özellikleri Logit Regresyon Modeliyle analiz edilmeye çalışılmıştır. Modelin açıklayıcılığının iyi olduğu ve modelde multicollinearity sorunu olup olmadığına VIF değerlerine bakılarak test edilmiş ve bağımsız değişkenlere ait VIF değerlerinin 10'un altında olduğu görülmüştür. Model sonuçlarına göre daha önce katıldıkları eğitim sayısı fazla olan ve daha fazla tarımsal desteklerden yararlanan çiftçilerin proje

hazırladıkları tespit edilmiştir (Çizelge 13). Bu sonuç istatistiki olarak ($p < \%1$) önemli bulunmuştur. Analiz sonuçları incelendiğinde yaş ilerledikçe proje yapma isteğinin azaldığı, ilkokul mezunlarının üniversite

mezunlarına göre daha az proje yaptıkları fakat ortaokul ve lise mezunları ile aralarında fark olmadığı görülmektedir.

Table 12. Problems and negativities related to education

Çizelge 12. Eğitim çalışması ile ilgili yaşanan aksaklıklar ve olumsuzluklar

Aksaklık ve olumsuzluklar	Ova		Kuzey		Güney		Toplam	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
1. Öncelik sırasına göre 1	Pearson Chi-Square =15.685		Asymp. Sig. =0.047					
Alet ekipman eksikliği	3	2.0	0	0.0	0	0.0	3	2.0
Organizasyon eksikliği	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Eğitici bilgi yetersizliği	2	1.4	0	0.0	0	0.0	2	1.4
Eğitimlerde uygulama eksikliği	75	50.7	14	9.5	12	8.1	101	68.2
Çiftçilerin ilgi göstermemeleri	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Sınırlı. az sayıda çiftçiye ulaşıł.	18	12.2	10	6.8	8	5.4	36	24.3
Diğer	3	2.0	0	0.0	3	2.0	6	4.1
2. Öncelik sırasına göre 2	Pearson Chi-Square =11.359		Asymp. Sig. =0.330					
Alet ekipman eksikliği	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Organizasyon eksikliği	2	1.4	1	1.7	1	1.7	4	2.7
Eğitici bilgi yetersizliği	2	1.4	0	0.0	0	0.0	2	1.4
Eğitimlerde uygulama eksikliği	15	10.1	9	6.1	6	4.1	30	20.3
Çiftçilerin ilgi göstermemeleri	37	25.0	9	6.1	9	6.1	55	37.2
Sınırlı. az sayıda çiftçiye ulaşıł.	43	29.1	5	3.4	6	4.1	54	36.5
Diğer	2	1.4	0	0.0	1	0.7	3	2.0
3. Öncelik sırasına göre 3	Pearson Chi-Square =3.956		Asymp. Sig. =0.949					
Alet ekipman eksikliği	1	0.7	0	0.0	0	0.0	1	0.7
Organizasyon eksikliği	2	1.4	1	0.7	0	0.0	3	2.0
Eğitici bilgi yetersizliği	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Eğitimlerde uygulama eksikliği	7	4.7	1	0.7	1	0.7	9	6.1
Çiftçilerin ilgi göstermemeleri	52	35.1	13	8.8	13	8.8	178	52.7
Sınırlı. az sayıda çiftçiye ulaşıł.	32	21.6	9	6.1	8	5.4	49	33.1
Diğer	7	4.7	0	0.0	1	0.7	8	5.4

Orijinal hesaplamalar

Table 13. Logistic regression analysis results

Çizelge 13. Lojistik regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	Marjinal Etki
Sabit	-9.00398***	2.06660	-
Yaş	-0.00049	0.02636	-0.00004
Eğitim (İlkokul=1. Diğerleri=0)	-0.09165	0.94470	-0.00774
Eğitim (Ortaokul=1. Diğerleri=0)	1.32729	1.04903	0.11969
Eğitim Lise=1. Diğerleri=0)	0.65559	1.05363	0.05677
İşlenen arazi miktarı (da)	0.00264	0.00193	0.00022
Büyükbaş hayvan sayısı (adet)	0.00264	0.00495	0.00022
Kooperatif üyelik durumu (Üye=1. Değil=0)	0.58704	0.58896	0.05011
Tarım dışı gelir (var=1. Yok=0)	0.49678	0.62159	0.04199
Katılınılan çiftçi eğitim sayısı (adet)	0.74725***	0.24122	0.06314
Destekleme politikalarından faydalanma (adet)	0.85712***	0.19425	0.07242
Log likelihood: -40.21485			
McFadden R Square: 0.48794			
$\chi^2(10): 76.64123****$			

*.*** sırasıyla $P < 0.01$, $P < 0.05$ ve $P < 0.10$ istatistiki anlamlılığı göstermektedir.

Marjinal etkiler incelendiğinde daha önceden tarımsal konularda eğitimlere katılanların katılmayanlara göre

proje hazırlayan grupta olma olasılığı %6.3 daha fazladır. Yine desteklerden daha fazla yararlanan çiftçilerin proje yapan grupta olma olasılıkları

desteklerden yararlanmayanlara göre %7.2 daha yüksektir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Geleneksel yöntemlerle devam edilen üretim tarzının bir tarafa bırakılıp yenilikçi, sürdürülebilir, modern, teknolojik açıdan tarımda pozitif yönde ilerleme kaydedebilmek için yeniliklerin benimsenme görecelik olarak çiftçi eğitimlerinden yararlanan bir tarım toplumunun oluşması oldukça önemlidir.

Daha önce benzer tarzdaki eğitimlere katılan çiftçilerin daha fazla tarımsal desteklemelerden yararlandıkları ve proje hazırladıkları regresyon analizi sonucunda tespit edilmiştir. Anket uygulanan çiftçiler cinsiyet durumu bakımından incelendiğinde kadınların erkekler kadar çiftçi eğitimlerinden faydalanmadıkları ortaya çıkmıştır. Kadınların edindikleri bilgiler konusunda erkeklere kıyasla günlük yaşamlarında ve işletmelerinde kullanma oranlarının daha düşük olduğu görülmüştür.

Alınan eğitimlerden sonra inegin verimine göre yem veren, aşuları düzenli yaptıran, sağım makinesi soğutma tankı kullanmaya başlayan, hayvanlarını münavebeli otlatmaya, sertifikalı tohum kullanmaya, desteklerden daha fazla yararlanmaya, yeni teknolojileri kullanmaya, proje yaparak hibelerden yararlanmaya ve tarım sigortası yaptırmaya başlayan çiftçi sayılarında önemli artışlar tespit edilmiştir.

Elde edilen verilerle çiftçi eğitimlerinin memnuniyeti doğrultusunda daha fazla çiftçiye ulaşılabilir. Tarımda var olan kadın gücü göz önünde bulundurulduğunda az sayıda kadın çiftçiye ulaşılmıştır ve daha fazla kadın çiftçinin eğitim alması desteklenebilir. Çiftçilerin okuma yazma oranlarına bakıldığında uygulamalı öğrenmenin daha kalıcı ve öğretici yönünden daha fazla yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama Merkezi uhtesinde verilen çiftçi eğitimlerinin etkisini artırmak için eğitimlerde uygulama saatleri arttırılmalıdır. Ziraat Fakültesi öğretim üyelerinin desteğiyle çiftçilerin işlerinin yoğun olmadığı kış aylarında çiftçi akdemisi adı altında her yıl belirli müfredat doğrultusunda eğitim faaliyetleri düzenlenerek üreticilerin gelişen teknolojilerden haberdar olmaları ve bu sayede teknik bilgi ve becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlanabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma "Çiftçi Eğitimlerinin Etkisi Üzerine Bir Çalışma: Atatürk Üniversitesi Örneği" başlıklı Yüksek Lisans tez çalışmasından türetilmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış

olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Akkaya, Ş. & Pazarlıoğlu, M. V. (1998). Ekonometri II . *Erkam Matbaacılık*, 519s, İstanbul.
- Aksoy, A. (2008). *Doğu Anadolu Hayvancılığının Avrupa Birliğine Uyumu ve Rekabet Edebilirliğinin Analizi*. Doktora Tezi, [Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Aksoy, A., Yavuz, F., Terin, M., & Güler, İ. O. (2012). Bir Çiftçi Eğitimi Projesinin Üretici Davranışlarına Etkilerinin Analizi: Erzurum İli Büyükbaş Hayvan Islahı Projesi Örneği. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Konya, Türkiye, 5-7 Eylül, ss. 1186-1193.
- Boyacı, M. & Yıldız, Ö. (2014). Türkiye'de Tarımsal Yayım Sisteminde Çoğulcu Yapının Bir Görünümü. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(1), 1-11.
- Cengiz, N. (2018). *Tarımsal Yayım Ve Danışmanlık Hizmetlerinin Etkililiği Üzerine Bir Araştırma: Antalya Örneği. (Tez No 495036)*. [Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çukur, T. (2007). *Türkiye'de Uygulana Tarımsal Yayım Politikaları ve AB'ne Uyum Açısından Öneriler Üzerine Bir Araştırma. (Tez No 200557)*. [Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Derman, A. (2010). *Mardin İlinde Tarımsal Yayımı Geliştirme Projesi Kapsamında Görev Yapan Elemanların Tarımsal Yayım Ve Danışmanlık Sistemine Bakışları. (Tez No 276930)*. [Yüksek Lisans Tezi, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Erkuş, A. (1977). Tarım Ekonomisinin Bazı Teorik Esasları ve Bunların Tarım İşletmelerine Uygulanması. TZDK Mesleki Yayınları, *Miki Matbaası*, Ankara
- Gohil, G. R., Lakhlani, M. M., & Kalsariya, B. N. (2017). Impact Of On Campus Trainings On Knowledge Level Of Farmers About Latest Agricultural Production Technologies. *Guj. J. Extn. Edu*, 28(2), 365-368.
- Gujarati, D. N. (1995). Basic Econometrics. Third Edition, *Mc Graw-Hill*, 838p, USA.
- Kara, U. K. (2007). *Köy Merkezli Tarımsal Üretime Destek Projesi'nin Tarımsal Yayım Açısından Değerlendirilmesi: Şanlıurfa İli Örneği (Tez No 276930)*. [Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim

- Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi..
Kassem, H. S., Alotaibi, B. A., Muddassir, M., & Herab, A. (2021). Factors influencing farmers' satisfaction with the quality of agricultural extension services. *Evaluation and Program Planning, 85*, 101912.
- Kayabaş, Z. (2016). *İstanbul İli Silivri İlçesinde Tarımsal Üretim Ve Yayım Yaklaşımlarının Analizi Üzerine Bir Araştırma. (Tez No 420335)*. [Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kır, S. (2010). Konya İli Karapınar İlçesi Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinde Çalışan Kadınların Bilgiye Ulaşım Düzeyleri ve Yayım Yaklaşımları. *(Tez No 259303)*. [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Maoba, S. (2016). Farmers' perception of agricultural extension service delivery in Germiston Region, Gauteng Province, South Africa. *South African Journal of Agricultural Extension, 44(2)*, 167-173.
- Miran, B. (2007). Temel İstatistik. Ders Kitabı, ISBN:975-93088-00, İzmir.
- Mohamud, M.İ. (2017). *Erzurum İlinde Tarımsal Yayım Hizmetlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi üzerine Bir çalışma (Tez No 483637)*. [Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Öcal Kara, F. (2018). *Suruç Ovası Üreticilerinin Sulama Bilgilerinin Tarımsal Yayım Açısından Değerlendirilmesi/Assessing The Suruc Plain Producers' Knowledge of Irrigation In Terms of Agricultural Extension. (Tez No 526929)*. [Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özçatalbaşı, O., Budak, D. B., Boz, İ., & Karaturhan, B. (2010). Türkiye'de tarım danışmanlığı sisteminin geliştirilmesine yönelik önlemler. TMMOB, Ziraat Mühendisleri Odası VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı, 2, 1197-1208.
- Sezgin, A., Yurttaş, Z., & Yavuz, F. (2008). Erzurum İlinde Uygulanan Hayvancılığa Yönelik Çiftçi Eğitimi Projelerinin Karşılaştırmalı Analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi, 14(2)*, 75-85.
- Şevik, T. (2017). *Edirne İli Lalapaşa İlçesi Süt Sığırcılığı Eğitiminin Tarımsal Yayım Açısından Değerlendirilmesi (Tez No 461790)*. [Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Tesfaye, T., Karippai, R. S., & Tesfaye, T. (2010). Farmers training effectiveness in terms of changes in knowledge and attitude: The case of Holeta, Melkassa and Debre zeit Agricultural Research Centres, Ethiopia. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development, 2(5)*, 89-96.
- Toktaş, S. (2010). *Adana İlinde Tarımsal Yayımı Geliştirme Projesi (Tar-Gel) Uygulamalarının Değerlendirilmesi. (Tez No 256426)*. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.



Evelik Otunun (*Rumex Acetosella*) Kuzu Rasyonlarına İlavesinin Sindirim Derecesine ve Fermantasyon Parametrelerine Etkisinin *In Vitro* Gaz Üretim Tekniği ile Belirlenmesi

Yakup BİLAL^{1*}, Tuğba BAKIR², Bilal SELÇUK³

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, ² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, ³ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye]

¹<https://orcid.org/0000-0001-9785-5395>, ²<https://orcid.org/0000-0003-2185-7137>, ³<https://orcid.org/0000-0001-9136-5707>

✉: ykpbll1985@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada kuzu rasyonlarına artan seviyelerde alternatif bir kaba yem olarak düşünülen Evelik (*Rumex acetosella*) otunun, Yonca kuru otu (*Medicago sativa*) yerine %0, 10, 20 ve 30 oranlarında ikame edilmesinin gaz üretimi (GÜ), metan üretimi (CH₄), gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), partitioning factor (PF), mikrobiyal protein (MP), mikrobiyal protein sentezi etkinliği (MPSE) ve gerçek sindirim derecesi (GSD) üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Rasyonların gaz üretimi ve sindirim dereceleri *in vitro* gaz üretim metodu ile tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada gaz üretimi, GSKM, PF, MP, MPSE ve GSD miktarları artarken CH₄ üretimi azalmıştır. Gerçek sindirilebilir kuru madde, PF, MP, MPSE ve GSD değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.05). Çalışmada GSKM, PF, MP, MPSE ve GSD değerleri sırasıyla 253.22 ile 315.86 mg, 2.84 ile 3.33, %57.42 ile %107.59, %22.68 ile %34.04 ve %53.13 ile %66.49 arasında değişmiştir. Rasyonların Pearson korelasyon analizi, GSKM ile GÜ ve % CH₄ üretimleri arasında negatif bir ilişki bulunmuştur (P<0.05). Gerçek sindirilebilir kuru madde, PF, MP ve MPSE arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (P<0.01). Mevcut çalışmanın sonuçları esas alınarak evelik otunun kuzu rasyonlarında kullanımı için uygun dozun belirlenmesi oldukça zor görülmektedir. Bunun için Evelik (*Rumex acetosella*) otunun kuzu performanslarına etkilerini belirlemek için *in vivo* denemelere ihtiyaç vardır.

Zootečni

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 27.10.2022

Kabul Tarihi : 09.03.2023

Anahtar Kelimeler

Evelik otu

Rumex acetosella

İn vitro gaz üretimi

Metan

Gerçek sindirim derecesi

Determination of the Effect of Addition of Sheep Sorrel (*Rumex acetosella*) to Lamb's Ration on Digestion Degree and Fermentation Parameters by *In Vitro* Gas Production Technique

ABSTRACT

In this study, sheep sorrel (*Rumex acetosella*) hay, which is considered as an alternative roughage to lamb rations at increasing levels, was substituted for alfalfa grass (*Medicago Sativa*) at 0, 10, 20, and 30% ratios. and gas production (GP), methane production (CH₄), true digestion degree (TDD), true digestible dry matter (TDDM), partitioning factor (PF), microbial protein (MP), and microbial protein synthesis efficiency (MPSE) were investigated by an *in vitro* gas production method. In the study, the amount of gas production, True digestibility dry matter, PF, MP, EMP, TDD increased, and CH₄ production decreased. True digestibility dry matter, PF, MP, MPSE, and TDD contents were found to be statistically significant according to gas production and CH₄ production (P<0.05). Values in the study ranged from 253.22 to 315.86 mg, 2.84 to 3.33, 57.42% to 107.59%, 22.68% to 34.04%, and 53.13% to 66.49%, respectively for TDDM, PF, EMP, MP, and TDS values. Pearson correlation analysis of the diets found a negative correlation between GSKM and GU and % CH₄ productions (P<0.05). A positive correlation was found between true digestible dry matter, PF, MP and MPSE (P<0.01). Based on the results of the current study, it appears to be very difficult to determine the appropriate dose for use in lamb rations. Therefore, *in vivo* trials are needed to determine the effects of sheep sorrel grass on lamb performance.

Animal Science

Research Article

Article History

Received : 27.10.2022

Accepted : 09.03.2023

Keywords

Sheep sorrel

Rumex acetosella

In vitro gas production

Methane

True digestion degree

Atıf Şekli: Bilal, Y., Bakır T., & Selçuk, B. (2023) Evelik Otunun (*Rumex Acetosella*) Kuzu Rasyonlarına İlavesinin Sindirim Derecesine ve Fermantasyon Parametrelerine Etkisinin *In Vitro* Gaz Üretim Tekniği ile Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26*(4), 911-918. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1195753>

To Cite : Bilal, Y., Bakır T., & Selçuk, B. (2023) Soyisim, A., & Soyisim, A., (2023). Determination of the Effect of Addition of Sheep Sorrel (*Rumex acetosella*) to Lamb's Ration on Digestion Degree and Fermentation Parameters by *In Vitro* Gas Production Technique. *KSU J. Agric Nat 26*(4), 911-918. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1195753>

GİRİŞ

Ruminant hayvanlar atık durumundaki kaba yem kaynaklarını iyi şekilde sindirebilme yeteneğine sahip ve bu sindirim sonrası ortaya çıkan enerjiyi hayatlarını devam ettirebilmenin yanında belirli miktarda verim vermek amacıyla kullanabilen hayvanlardır (Ünay ve ark., 2008). Ruminant hayvanların sindirim faaliyetlerini olumlu yönde etkileyen ana unsur kaba yemlerdir. Kaba yemler, ruminant hayvanların beslenmesinde enerji, protein ve mineral sağladıkları için büyük öneme sahiptir (Kaplan ve ark., 2014). Özellikle kaba yemler ruminant hayvanların geniş getirmesinde büyük bir rol oynamaktadır. Hayvancılık işletmelerinde kullanılan kaba yemlerin büyük bir kısmı çayır ve meralardan temin edilmektedir. Çayır ve meralar, ruminant hayvan beslemesinde önemli bir kaba yem kaynağı olup amacının dışında kullanılması yada ağır otlatma gibi faktörler sonucu kaba yem açığı oluşacağı bildirilmiştir (Özkan ve ark., 2016). Hayvancılık işletmelerinde üretim maliyetlerinin büyük çoğunluğunu yem masrafları oluşturması nedeniyle ihtiyaç duyulan bu açığın kesif yemler ile karşılanması işletme maliyetini artıracaktır. Bu sebeplerden dolayı özellikle son yıllarda hayvan yetiştiricileri ve yem üreticileri alternatif olacak yeni yem kaynakları arayışı içerisine girmişlerdir (Vasta ve ark., 2008).

Rumex acetosella Türkçe literatürde kuzukulağı veya evelik otu olarak da bilinir. Çeşitli habitatlarda doğal olarak bulunan, Mayıs ve Eylül aylarında çiçek açan çok yıllık yabancı otdur (Korpelainen, 1992). *Rumex acetosella*, ateş düşürücü, kabızlığı giderici, idrar söktürücü, yara iyileştirici ve ağrı kesici özelliklerine sahiptir, ayrıca halk arasında sebzelik bitki olarak da tüketildiği bildirilmiştir (Keser & Karatepe, 2022; Tuncay & Karaipçin, 2019). Alternatif bir yem kaynağı

olarak düşünülen evelik otunun ruminant hayvan beslemede kullanımı hakkında literatürde yeteri kadar çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışma alternatif yem kaynağı olarak düşünülen evelik (*Rumex acetosella*) otunun kuzu rasyonlarında artan seviyelerde yonca kuru otu yerine kullanılarak rumen fermantasyonu, CH₄ üretimi, sindirim derecesi ve rumen mikrobiyal biyokütlesine etkisini saptamak amacıyla düzenlenmiştir.

MATERYAL ve METOD

Yem örnekleri

Çalışmada kullanılan yem örnekleri 2022 yılı mayıs ayında Kahramanmaraş ilindeki bir Koyun çiftliğinden toplanılmıştır. Toplanan yem örnekleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme laboratuvarına getirilmiştir.

Deneme rasyonunun hazırlanması

Laboratuvara getirilen yem örnekleri 50 °C'de kurutulmuştur. Kurutulan örnekler 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Öğütülen yem örneklerinden 4 farklı deneme rasyonu oluşturularak naylon torbalara konulmuştur. Rasyonlar, NRC (2007)'de kuzular için bildirilen değerler temel alınarak hazırlanmıştır. Rasyonların protein ve enerji içerikleri %17 HP, 2500 kcal/kg KM enerjiye sahip olacak şekilde 4 farklı deneme rasyonu izokalorik ve izonitrojenik olarak hazırlanmıştır. Çalışmada ilk grup katkısız % 0 (Rasyon 1) yonca kuru otu içeren temel rasyon olacak şekilde, diğer gruplar ise yonca kuru otu yerine % 10 (Rasyon 2), % 20 (Rasyon 3) ve % 30 (Rasyon 4) *Rumex acetosella* otu ikame edilerek hazırlanmıştır.

Çizelge 1. Deneme rasyonu, g

Table 1. Trail ration, g

Yem Örnekleri	Rasyon 1 (%0)	Rasyon 2 (% 10)	Rasyon 3 (%20)	Rasyon 4 (% 30)
ATK	187	139	91	44
Rumex acetosella	0	100	200	300
Yağ	30	30	30	30
Yulaf Dane	148	180	211	243
Yonca	600	500	400	300
Buğday Samanı	9	25	42	57
Tuz	10	10	10	10
Kireç Taşı	15	15	15	15
Min-Vit	1	1	1	1
Toplam (gr)	1000	1000	1000	1000
ME (kcal/kg KM)	2500	2500	2500	2500
HP (%)	17	17	17	17

ATK: Ayçiçek tohumu küspesi, ME: Metabolik enerji, HP: Ham protein.

Deneme rasyonunu oluşturan yemlerin kimyasal kompozisyonları

Rasyon' da kullanılan yem hammaddelerinin kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP) ve ham

yağ (HY) analizleri AOAC (1990)' a göre analiz edilmiştir. Deneme rasyonlarında kullanılan yem ham maddelerinin kimyasal kompozisyonları Tablo 2' de verilmiştir.

Çizelge 2. Rasyonlarda kullanılan yem örneklerinin kimyasal kompozisyonları, metabolik enerji ve organik madde sindirim dereceleri

Table 2. Chemical compositions, metabolic energy and organic matter digestion degrees of the feed samples used in the rations

Yem Örnekleri	KM	HK	HY	HP	GÜ	ME	OMSD
ATK	92.44	7.18	1.45	39.07	40.05	10.33	72.67
Evelik otu	94.71	16.18	5.18	28.02	44.3	10.68	77.36
Yulaf Dane	92.53	3.69	5.45	10.88	58.75	11.89	74.40
Yonca	94.41	8.39	1.44	13.42	47.7	9.5	68.77
Buğday Samanı	94.34	4.8	1.37	3.87	31.83	6.64	48.04

KM: Kuru madde %, HK: Ham kül %, HY: Ham yağ %, HP: Ham protein %, ME: Metabolik enerji MJ/kg KM, OMSD: Organik madde sindirim derecesi %, ATK: Ayçiçek tohumu küspesi.

In vitro gaz ve metan üretimlerinin belirlenmesi

Çalışmada hazırlanan rasyonların gaz ve metan ölçümlerinin belirlenmesinde *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılmıştır (Menke ve ark, 1979). Dört tekrar halinde 100 ml'lik cam şırıngalara 500 mg örnek ile 40 ml tamponlu rumen sıvısı (1:2), 24 saatlik inkubasyon için 39 °C' ye ayarlanmış su banyosunda fermentasyona bırakılmıştır. Rumen sıvısının ürettiği gaz ve metan içerikleri için substrat içermeyen 4 cam şırınga kullanılmıştır. Kontrol ve 3 farklı evelik ikame edilen grupların gaz üretimleri 24 saatlik fermentasyon sonucunda elde edilmiştir. Fermentasyon sonucu oluşan gazlardaki metan yüzdesi kızılötesi metan analiz cihazı ile hesaplanmıştır (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) (Goel et al. 2008). Metan (ml) miktarları aşağıdaki bildirilen formül ile hesaplanmıştır.

$$CH_4 \text{ üretimi (ml)} = \text{Toplam gaz üretimi (ml)} * CH_4 (\%) \quad (1)$$

Rasyonun metabolik enerji ve organik madde sindirilebilirliği Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen formülle hesaplandı.

$$ME \text{ (MJ/kg KM)} = (1.68 + 0.1418 * GÜ) + (0.073 * HP) + (0.217 * HY) - (0.028 * HK) \quad (2)$$

$$OMSD (\%) = 14.88 + 0.8893GÜ + 0.448HP + 0.651HK \quad (3)$$

GÜ: 24 saatlik gaz üretimi (ml)

HP: Ham protein (%)

HY: Ham yağ (%)

HK: Ham kül (%)

Rasyonların gerçek kuru madde sindirilebilirliğinin belirlenmesi

24 saatlik fermentasyondan sonra, cam şırıngalardaki rasyonları içeren substratlar, 50 ml NDF çözeltisi kullanılarak bir behere aktarılmıştır. Substratlar 1 saat kaynatma işlemine tabii tutulmuştur ve önceden darası alınmış 1 porluk cam krozelerden süzümüştür. Cam krozeler 24 saat boyunca 65 °C'lik etüvde

bekletilmiştir. Kontrol ve evelik otu içeren rasyonların GSKM, GSD, PF, MP ve MPSE değerleri Blümmel ve ark. (1997) tarafından bildirilen aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$GSKM \text{ (mg)} = \text{İnkubasyon edilmiş substrat miktarı (mg)} - \text{Substrat miktarı (mg)} \quad (4)$$

$$GSD (\%) = GSKM /$$

$$\text{İnkubasyon edilmiş substrat miktarı (mg)} \quad (5)$$

$$PF = (GSD / \text{Gaz üretimi}) \quad (6)$$

$$MP \text{ (mg)} = (GSD - (2.2 * \text{gaz üretimi})) \quad (7)$$

$$MPSE (\%) = ((GSD - (2.2 * \text{gaz üretimi})) / GSD) * 100 \quad (8)$$

Araştırmada kullanılan rumen sıvısı Kahramanmaraş ilinde bulunan özel bir kesimhaneden 3 baş ivesi ırkı koyundan temin edilmiştir. Koyunlar 55-60 kg canlı ağırlığında ve %60/40 kaba/kesif yem oranıyla beslenilmiştir.

İstatistik Analizi

Kuzu rasyonlarında *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, GSKM, GSD, PF, MP ve MPSE'nin etkisini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar (P<0.05) Duncan çoklu karşılaştırma testleri ile belirlendi (Duncan, 1955). İncelenen parametreler arasındaki doğrusal ilişkiler, SPSS v17.0 yazılımı (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) aracılığıyla Pearson korelasyonu kullanılarak belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA [Century10 bold]

Rasyonların in vitro mikrobiyal protein ve fermentasyon parametreleri

Rasyonların gaz ve metan üretimleri, GSD, GSKM, PF, MP ve MPSE değerleri Tablo 3'te verilmiştir (P<0.001).

Kuzu rasyonlarına yonca kuru otu yerine artan seviyelerde *Rumex acetosella* otunun ilave edilmesiyle CH₄(%), GSD, GSKM, PF, MP ve MPSE değerleri istatistiksel olarak önemli derecede etkilenmiştir (P <0.05).

Çizelge 3. Evelik otunun kuzu rasyonlarına ilavesinin gaz üretimine, metan üretimine, gerçek sindirim derecesine, mikrobiyal protein üretimi ve mikrobiyal protein sentezleme etkinliğine etkisi

Table 3. The effect of adding *Rumex acetosella* hay to lamb rations on gas production, methane production, true digestion degree, microbial protein production and microbial protein synthesis efficiency

Parametreler	Rasyon 0	Rasyon 1	Rasyon 2	Rasyon3	SEM	P value
Gaz (ml)	90.53 ± 2.69	94.26 ± 2.34	93.25 ± 2.11	96.30 ± 1.17	1.761	0.062
Metan (ml)	15.59 ± 0.55	15.36 ± 0.41	15.11 ± 0.30	15.31 ± 0.25	0.326	0.556
Metan (%)	17.22 ^a ± 0.30	16.30 ^b ± 0.14	16.20 ^b ± 0.21	15.89 ^b ± 0.18	0.180	0.000
GSD (%)	53.13 ^c ± 0.79	57.32 ^b ± 2.09	63.70 ^a ± 0.61	66.49 ^a ± 1.95	1.238	0.000
GSKM(mg)	253.22 ^c ± 4.96	269.30 ^b ± 9.92	303.19 ^a ± 3.60	315.86 ^a ± 7.74	5.715	0.000
PF	2.84 ^b ± 0.04	2.90 ^b ± 0.08	3.30 ^a ± 0.07	3.33 ^a ± 0.05	0.559	0.000
MP	57.42 ^b ± 3.21	65.43 ^b ± 7.98	101.52 ^a ± 5.27	107.59 ^a ± 6.02	4.801	0.000
MPSE (%)	22.68 ^b ± 1.33	24.25 ^b ± 2.22	33.48 ^a ± 1.56	34.04 ^a ± 1.14	1.322	0.000

a,b,c Aynı satırda yer alan farklı simgeye sahip ortalamalar birbirinden farklıdır. SEM = Standart error mean, ÖD: Önemli değil, GSD: Gerçek sindirim değeri, GSKM: Gerçek sindirim kuru madde, PF: Partitioning factor, MPÜ: Mikrobiyal protein üretimi, MPSÜ: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği.

Çizelge 4. Rasyonların fermentasyon parametreleri, GSKM, PF, MP ve MPSE arasındaki Pearson korelasyonu.

Table 4. Pearson's correlation between the fermentation parameters of the rations, GSKM, PF, MP and MPSE.

	GÜ	CH ₄ (ml)	CH ₄ (%)	GSKM	PF	MP	MPSE
CH ₄ (ml)	0.30						
CH ₄ (%)	-0.695*	0.478					
GSKM (mg)	-0.662*	-0.280	-0,818**				
PF	0.419	-0.457	-0.728**	0.958**			
MP	0.501*	-0.402	-0.761**	0.980**	0.995**		
MPSE	0.418	-0.462	-0.731**	0.957**	0.999**	0.995**	
GSKM	0.699*	-0.274	-0.847**	0.995**	0.938**	0.965**	0.937**

Korelasyon önem seviyesi * 0.05 ** 0.01. GÜ: Gaz üretimi 0.2 mg KM; CH₄ (ml) ve CH₄ (%): Rasyonların metan üretim miktarı; GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde; PF: Partitioning faktör; MP: Mikrobiyal protein; MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği; GSD: Gerçek sindirim derecesi

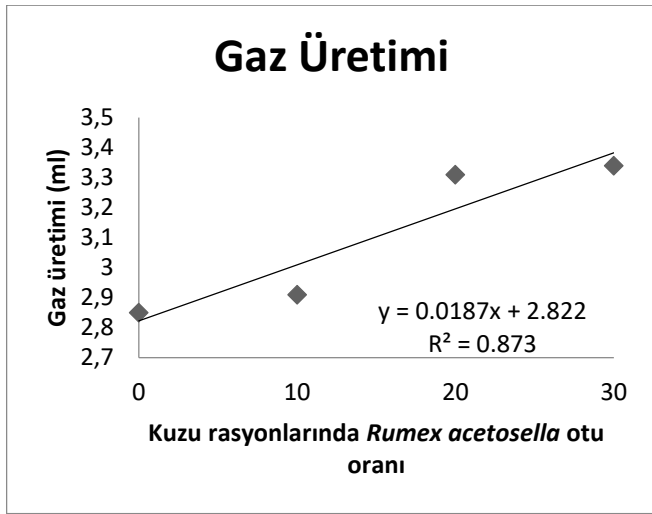
Hayvanın ihtiyaç duyduğu besin maddelerini yeterli oranda ve miktarda karşılayabilen, hayvanın sağlığına zarar vermeyen, bir günlük yem karışımına rasyon denilmektedir (Kılıç ve Polat, 2002). Ruminant hayvanlarda rasyon kullanımı yemlerden mümkün olan en iyi şekilde faydalanılmasına olanak sağlar. Rasyonlarda GSKM miktarı ile GÜ, CH₄ ve CH₄ (%) değerleri arasında negatif bir ilişki olduğu söylenebilir (Tablo 4). Gerçek sindirilebilir kuru madde arttıkça CH₄ (%) miktarları azalmıştır. Metan üretimi (ml) ve CH₄ (%) ile PF, MP, MPSE ve GSD arasında negatif bir ilişki olduğu söylenebilir. Çalışmada CH₄ (ml) ve CH₄ (%) miktarları azaldıkça PF, MP, MPSE ve GSD miktarlarında artış gözlemlenmiştir.

Evelik otunun kuzu rasyonlarına ilavesiyle birlikte gaz üretimi gruplar arasında farklılık göstermiştir. En yüksek gaz üretim değerine Rasyon 3 grubunda 96.30 (ml) olurken, en düşük gaz üretim değerine ise Rasyon 0 grubu 90.53 (ml) sahip olmuştur. CH₄ (ml) üretimi ise gaz üretimi gibi gruplar arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek CH₄ (ml) üretimi Rasyon 0 grubunda 15.59 ml, en düşük ise Rasyon 2 grubunda 15.11 ml olarak bulunmuştur. Deneme rasyonlarında evelik otunun oranları arttıkça CH₄ (%) içerikleri azalmış olup % CH₄ içerikleri 15.89 ile 17.22 arasında değişmiştir. En düşük CH₄ (%) Rasyon 3 %15.89, en

yüksek Rasyon 0 grubunda %17.22 olarak bulunmuştur. GSKM değerleri artmış olup 253.22 ile 315.86 mg arasında değişmiştir. En yüksek GSKM değeri Rasyon 3 grubunda 315.86 mg olup, en düşük değer ise Rasyon 0 grubunda 253.22 mg olarak bulunmuştur. Evelik otunun kuzu rasyonlarına ilavesiyle birlikte PF değerinde artış meydana gelmiştir. PF değerleri 2.84 ile 3.33 arasında değişmiştir. En yüksek PF değeri Rasyon 3 grubunda 3.33 iken en düşük PF değeri Rasyon 0 grubunda 2.84 olarak gözlemlenmiştir. Rasyonlarda kullanılan evelik otunun yonca kuru otu yerine artan seviyelerde ikame edilmesi ile MP değerleri artmış olup sırasıyla 57.42 ile 107.59 arasında değişmiştir. En yüksek MP değeri Rasyon 3' de 107.59 iken en düşük değer Rasyon 0' da 57.42 olarak gözlemlenmiştir. Deneme rasyonlarının MPSE değerleri artmış olup sırasıyla %22.68 ile 34.04 arasında değişmiştir. En yüksek MPSE değeri Rasyon 3' de 34.04 iken en düşük değer Rasyon 0'da 22.68 olarak gözlemlenmiştir. GSD (%) değerleri sırasıyla 53.13 ile 66.49 arasında değişmiştir. En yüksek değer Rasyon 3'de 66.49 (%), en düşük değer Rasyon 0'da 53.13 (%) gözlemlenmiştir.

Kuzu rasyonlarına yonca kuru otu yerine artan seviyelerde evelik otunun ilave edilmesiyle Gaz üretimi, GSKM, PF, MP, MPSE ve GSD değerleri

artmış olup, CH₄ ve CH₄ (%) değerleri azalmıştır. Rasyona 1 birim *Rumex acetosella* otu ilave edilmesiyle gaz üretiminde 0.0187 ml artış gözlemlenmiştir (Şekil 1). Yapılan bir çalışmada fermantasyondan sonra üretilen gazın iyi bir gösterge olduğu ve gaz üretimindeki artışın sebebinin fermente olabilen karbonhidrat miktarına bağlı olduğu bildirilmiştir (Blümmel ve Orskov, 1993). Başka bir çalışmada fermantasyon sırasında oluşan gaz üretiminin ikincil metabolitlerin (tanen, saponin vs.) varlığının olmasının da etkileyeceği bildirilmiştir (Jayanegara et al. 2014; Kondo et al. 2014). Ancak yapılan bu çalışmada kullanılan Evelik otunun ikincil metabolit içerikleri belirlenmemiştir.



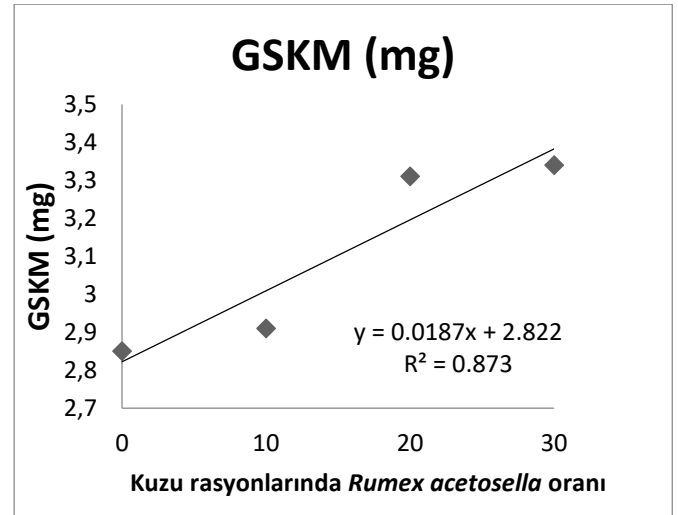
Şekil 1. Rasyonlara evelik otunun katılma oranıyla in vitro gaz üretimi arasındaki ilişki

Figure 1. The relationship between the inclusion of sheep sorrel hay in the rations and in vitro gas production

Rasyona 1 birim Evelik otu ilave edilmesiyle GSKM 0,0187 mg arttığı gözlemlenmiştir (Şekil 2).

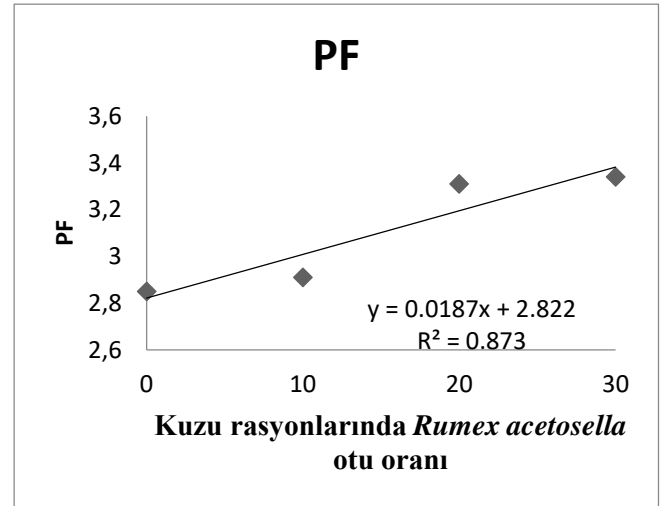
Rasyona 1 birim Evelik otu ilave edilmesiyle PF değeri 0,0187 arttığı gözlemlenmiştir (Şekil 3). Yapılan çalışmada mikrobiyel protein sentezleme etkinliğinin önemli bir parçası olan PF'nin en uygun değerininin 2.75 ile 4.41 arasında olduğu bildirilmiştir. (Blümmel ve ark., 1997; Blümmel ve Lebzien, 2001). Yemlerde PF değerlerinin yüksek olması mikrobiyal protein sentezleme etkinliğini, yem tüketimini ve sindirim derecesini arttırdığı yapılan araştırmalarla bildirilmiştir (Blümmel ve ark., 1997, Blümmel ve Lebzien, 2001). Yapılan çalışmada PF değerler istenilen değerler arasında olduğu görülmüştür.

Rasyona 1 birim Evelik otu ilave edilmesiyle MP değeri 1,865 arttığı gözlemlenmektedir (Şekil 4). Mikrobiyal protein değerindeki artışın yapılan bir çalışmada yemlerde bulunan ikincil metabolitlerden olan tanenlerin bulunması ve miktarının yüksek olması bildirilmektedir (Kamalak ve ark., 2005).



Şekil 2. Rasyonlara evelik otunun katılma oranıyla gerçek sindirim derecesi arasındaki ilişki

Figure 2. The relationship between the addition of sheep sorrel to the rations and the true degree of digestion

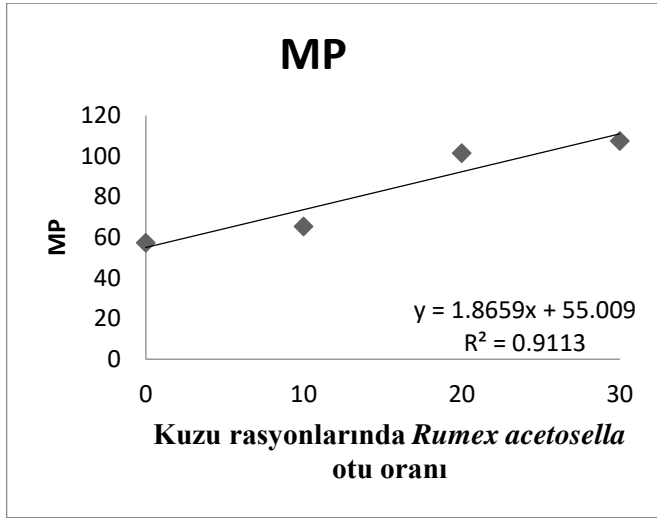


Şekil 3. Rasyonlara evelik otunun katılma oranıyla partioning factor arasındaki ilişki

Figure 3. The relationship between the participation rate of Sheep sorrel in the rations and the partioning factor.

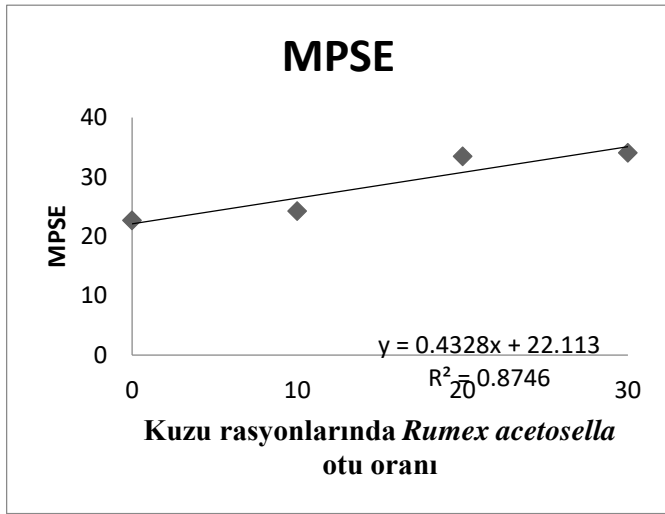
Rasyona 1 birim Evelik otu ilave edildiğinde MPSE'de % 0,4328'lik artış meydana gelmiştir (Şekil 5). Tablo 3'de görüldüğü gibi PF değerlerinin yüksek olduğu yerlerde MPSE'nin de yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan araştırmalarda mikrobiyel sentezleme etkinliğinin önemli bir unsuru olan PF'nin yemlerde yüksek miktarda olması mikrobiyel protein sentezleme etkinliğini artıracakları bildirilmiştir (Blümmel ve ark., 1997; Blümmel ve Lebzien, 2001). Yemlerde çeşitli miktarlarda bulunan tanenlerin hayvanlar açısından olumlu ve olumsuz etkilere sahip olduğu ayrıca fazla tanenli yemlerin mikrobiyel

protein sentezini olumsuz etkileyeceği bildirilmiştir (Kamalak ve ark., 2005).



Şekil 4. Rasyonlara evelik otunun katılma oranıyla mikrobiyal protein miktarı arasındaki ilişki

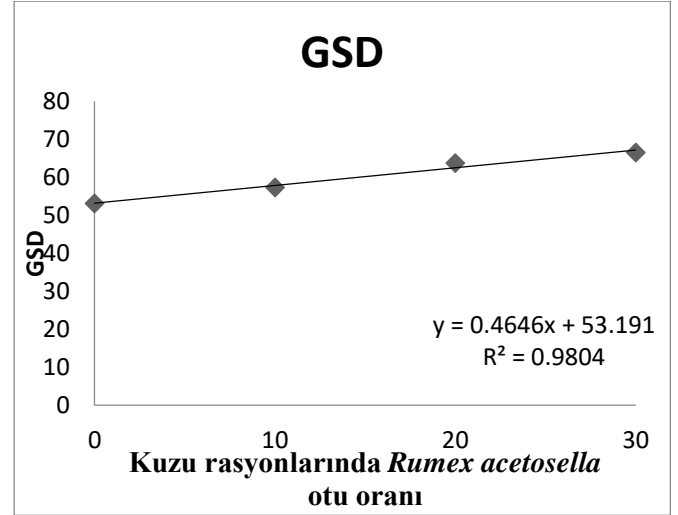
Figure 4. The relationship between the ratio of sheep sorrel in the diet and the amount of microbial protein



Şekil 5. Rasyonlara evelik otunun katılma oranıyla mikrobiyal protein sentezi etkinliği arasındaki ilişki

Figure 5. The relationship between the rate of inclusion of sheep sorrel in the diet and the efficiency of microbial protein synthesis.

Rasyona 1 birim *Rumex acetosella* otu ilave edilmesiyle GSD değeri 0,464 arttığı gözlemlenmektedir. (Şekil 6). Yapılan bir çalışmada yemlerde bulunan fazla miktarda tanenlerin GSD miktarını azaltacağını, tanen miktarının düşük seviyede bulunmasının GSD miktarını arttıracığı bildirilmiştir (Kamalak ve ark., 2005).



Şekil 6. Rasyonlara evelik otunun katılma oranıyla gerçek sindirim derecesi arasındaki ilişki

Figure 6. The relationship between the rate of inclusion of sheep sorrel in the diet and true digestible degree

SONUÇ ve ÖNERİLER

Mevcut çalışma, artan seviyede Evelik otunun rasyonda yonca kuru otu yerine ilave edilmesi, rasyondaki yem hammaddelerinin kimyasal kompozisyonları ve rasyonların fermantasyon parametreleri hakkında önemli bilgiler sağlamıştır. Evelik otunun rasyonlara artan seviyelerde ilave edilmesi GSKM, PF, MP, MPSE ve GSD üzerinde önemli bir etkiye sahip oldu. Yapılan üç farklı rasyonlarda kontrol grubuna oranla metan üretimi ve yüzde metanı düşürdüğü, Gaz üretimi, GSKM, PF, MP, MPSE ve GSD miktarlarını arttırdığı gözlemlenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda evelik otunun kuzuların performanslarını, kuzuların yem tüketim miktarını ve gerçek sindirim derecesine olan etkilerini belirlemek için *in vitro* çalışmalarda elde edilen sonuçların *in vivo* çalışmalar ile test edilmesine ihtiyaç vardır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

- AOAC, (1990). Official method of analysis. 15th ed., pp.66-88. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Blummel, M., and Lebzien, P. (2001). Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by *in*

- vitro* techniques. *Livestock production science*, 68 (2-3), 107–117.
- Blümmel, M., Makkar, H. P. S., Chisanga, G., Mtimuni, J., and Becker, K. (1997). The prediction of dry matter intake of temperate and tropical roughages from *in vitro* digestibility/gas production data, and the dry matter intake and *in vitro* digestibility of African roughages in relation to ruminant liveweight gain. *Animal feed science and technology*, 69 (1-3), 131-141.
- Blümmel, M., Orskov, ER. (1993). Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting of food intake in cattle. *Animal feed science technology*, 40 (2-3), 109–119.
- Blümmel, M., Steingass, H., and Becker, K. (1997). The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and 15 N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77(6), 911-921.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *biometrics*, 11(1), 1-42.
- Elife, K., Akbaş, P., Ceyhan, G., Erdem, T. K., Alkan, H. (2020). Determination the Fatty Acid Composition of the Rumex patientia L. Leaves and *in vitro* Antimicrobial Activity of their Different Extracts. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 362-367.
- Goel, G., Makkar, H. P., and Becker, K. (2008). Effects of Sesbania sesban and Carduus pycnocephalus leaves and Fenugreek (Trigonella foenum-graecum L.) seeds and their extracts on partitioning of nutrients from roughage and concentrate based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3), 72-89.
- Jayanegara, A., Wina, E., Takahashi, J. (2014). Meta-analysis on methane mitigating properties of saponin-rich sources in the rumen *in vitro* influence of addition levels and plant sources. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 27(10), 1426.
- Kamalak, A., Canbolat, Ö., Gürbüz, Y., Özay, O., Erer, M., and Özkan, Ç. Ö. (2005). Kondense taninin ruminant hayvanlar üzerindeki etkileri hakkında bir inceleme. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(1), 132-137.
- Kaplan, M., Kamalak, A., Özkan, Ç. Ö., and Atalay, A. İ. (2014). Vejetasyon döneminin yabancı korunga otunun potansiyel besleme değerine, metan üretimine ve kondense tanen içeriğine etkisi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 3(1), 1-5.
- Keser, F., Karatepe, M., Keser, S., Tekin, S., Türkoğlu, İ., Kaygılı, O., ... Kırbağ, S. (2022). Rumex acetosella L.(Kuzukulağı)'nın *In vitro* Antiradikal, Antimikrobiyal, Antikanser ve Fitokimyasal Özellikleri. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 683-692.
- Kılıç, A., and Polat, M. (2002). Süt sığırcılığında toplam harmanlanmış rasyon uygulaması ve vücut kondisyon testi. *Hayvansal Üretim*, 43(1), 1-11.
- Korpelainen, H. (1992). Patterns of resource allocation in male and female plants of Rumex acetosa and R. acetosella. *Oecologia*, 89(1), 133-139.
- Menke K.H. and Steingass H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal research and development*, 28, 7-55.
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., and Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *The Journal of Agricultural Science*, 93(1), 217-222.
- National Research Council (US). Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants, National Research Council, Committee on the Nutrient Requirements of Small Ruminants, Board on Agriculture, Division on Earth, and Life Studies. (2007). Nutrient Requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids.
- Özkan, U., & Şahin Demirbağ, N. (2016). Türkiyede kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1), 23-27.
- Tuncay, E., Karipçin, M. Z. (2019). Siirt Yöresinde Sebze Olarak Tüketilen Bazı Yabancı Otlar. *Ejona International Journal*, 3(11), 119-134.
- Ünay, E., Yamanfirincioğlu, S., & Karakaş, V. (2008). Ruminantlarda selülozun sindirimi (Derleme). *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 48(2), 93-99.
- Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M., Priolo, A. (2008). Alternative Feed Resources and Their Effects on the Quality of Meat and Milk From Small Ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3) 223–246.
- Vercoe, P. E., Makkar, H. P., & Schlink, A. C. (Eds.). (2010). *In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies (p. 247). Heidelberg: Springer.

Improving of Nutritional Value of Wheat Bran Subjected to Solid State Fermentation with Pomegranate Peel and Whey

Royalıa TİRYAKİ¹, Ş.Canın BÖLÜKBAŞI²

^{1,2}Atatürk Ünıversity, Agriculture Faculty, Animal Science Department Erzurum Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-6547-2872>, ²<https://orcid.org/0000-0003-1153-34891>

✉: canan@atauni.edu.tr

ABSTRACT

In this study, it is aimed to improve the nutrient value of the wheat bran (WB) subjected to solid state fermentation with pomegranate peel (PP) and whey (W). In the study, 0, 0.5, 1, 1.5 and 2 g pomegranate peels were added to the wheat bran, respectively, to make it up to 100 grams, and whey was used to ensure fermentation. Experiment was conducted on six treatment groups such as WB + TW (tap water) “the first group”, WB + 0% PP + W “the second group”, WB + 0.5% PP+ W “the third group”, WB + 1% PP + W “the fourth group”, WB + 1.5% PP + W “the fifth group” and WB + 2% PP + W “the sixth group”. Prepared feed samples were placed in Erlenmeyer flasks, 120 mL of tap water was added to the first group and the same amount of whey was added to the other groups and mixed. Eight replications were prepared for each sample. Four of the erlenmeyers prepared for each group were drained without being fermented and dried at room temperature. The remaining erlenmeyers were fermented in 32 °C ± 2 for 48 hours. Weende analyses, phytic acid ratios, phytase activities, antioxidant activities and yeast numbers of fermented and non-fermented feeds were determined in present study. As a result, it was found that fermented wheat bran had a significant increase in yeast content, antioxidant activity, crude protein and crude ash ratios, phytase activity, and a decrease in ether extract and phytic acid ratios.

Animal Science

Research Article

Article History

Received : 08.12.2022

Accepted : 10.02.2023

Keywords

Antioxidant
Crude protein
Nutritive value
Phytase activity
Yeast

Nar Kabuğu ve Peynir Altı Suyu ile Katı Faz Fermantasyonuna Tabi Tutulan Buğday Kepeğinin Besin Değerinin İyileştirilmesi

ÖZET

Bu çalışmada, nar kabuğu (NK) ve peynir altı suyu (PAS) ile katı hal fermantasyonuna tabi tutulan buğday kepeğinin (BK) besin değerinin artırılması amaçlanmıştır. Çalışmada, buğday kepeğine sırasıyla 0, 0,5, 1, 1,5 ve 2 gr nar kabuğu ilave edilerek 100 grama tamamlanmış ve fermantasyonu sağlamak için peynir altı suyu kullanılmıştır. Denemede BK + MS (musluk suyu), BK + %0 NK+PAS, BK + %0,5 NK+PAS, BK + %1 NK + PAS, BK + %1,5 NK + PAS ve BK + %2 NK + PAS olmak üzere altı grup oluşturulmuştur. Hazırlanan yem örnekleri Erlenmayerlere konularak birinci gruba 120 ml musluk suyu, diğer gruplara aynı miktarda peynir altı suyu ilave edilerek karıştırılmıştır. Her yem örneği için sekiz tekerrür olarak hazırlanmıştır. Her grup için hazırlanan erlenmayerlerden dördü fermente edilmeden boşaltılarak oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kalan erlenmayerler 32 °C±2'de 48 saat fermente edilmiştir. Bu çalışmada fermente ve fermente olmayan yemlerin weende analizleri, fitik asit oranları, fitaz aktiviteleri, antioksidan aktiviteleri ve maya sayıları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda fermente buğday kepeğinin maya içeriği, antioksidan aktivite, ham protein ve ham kül oranları, fitaz aktivitesinde önemli artış, eter ekstraktı ve fitik asit oranlarında ise azalma olduğu belirlenmiştir.

Zootekni

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 08.12.2022

Kabul Tarihi : 10.02.2023

Anahtar Kelimeler

Antioksidan
Besin deđerı,
Ham protein,
Katı faz fermantasyonu
Maya

Atıf Şekli:	Tiryaki, R., & Bölükbaşı Ş.C. (2023). Nar Kabuğu ve Peynir Altı Suyu İle Katı Faz Fermantasyonuna Tabi Tutulan Buğday Kepeğinin Besin Değerinin İyileştirilmesi. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg 26 (4)</i> , 919-926. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.1216199
To Cite :	Tiryaki, R., & Bölükbaşı Ş. C. (2023). Improving of Nutritional Value of Wheat Bran Subjected to Solid State Fermentation with Pomegranate Peel and Whey. <i>KSU J. Agric Nat 26 (4)</i> , 919-926. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1216199

INTRODUCTION

The poultry sector in the world has been growing continuously over the years and the number of both laying hens and broiler chickens is increasing. The increase in the number of animals brought with it the need for feed.

The widespread use of many plant products such as corn and soy in both human and animal nutrition poses a significant problem in terms of raw material shortage. Therefore, the search for alternative feed materials in poultry nutrition continues. In recent years, it has become very important to make some feedstuffs more functional with different applications (Zhao et al., 2017).

Wheat bran, which contains an average of 12-16% crude protein in its composition, is a very rich feed in terms of B vitamins and minerals such as Fe, Cu, Zn and Mn. However, the high crude fiber content, low crude protein content and the phosphorus it contains in the form of phytin phosphorus limit the use of wheat bran in poultry feed. It is a recent practice to subject wheat bran to solid state fermentation (SSF) in order to increase its use in poultry rations (Zhang et al., 2022).

Solid state fermentation is defined as the growth of microorganisms in a moist environment (Pandey et al., 2008). It has been reported that the rate of yeasts (*Saccharomyces cerevisiae*) increased considerably as a result of solid phase fermentation (Pamir, 1985). Various studies have shown that the nutrient usefulness of feeds increases with the increase in the number of yeast and other microorganisms in the environment (Joseph et al., 2008; Machida & Gomi, 2010; Kumar & Duhan, 2011; Zhang et al., 2014).

Whey, which is a by-product of cheese production, is rich in proteins with high biological value as well as chemical, physical and functional properties. While some of the whey is used in some areas, a significant part of it remains largely as agricultural waste. These wastes cause significant environmental pollution (Ersoy & Uysal, 2002; Özen & Kılıç, 2007; Demir, 2011; Mete, 2012). In our study, it is planned to prevent environmental pollution by fermenting with whey, which is a valuable nutrient, instead of water. At the same time, pomegranate peels, which are another waste material and have a strong antioxidant effect, were added to the wheat bran.

Pomegranate (*Punica granatum* L.), known as tropical and subtropical climate fruit, is a fruit with high antioxidant and antitumor activity (Akbulut et al.,

2010). Approximately 48% of the pomegranate's weight consists of the peel (Zarei et al., 2011). It has been reported that the peel or pulp of the pomegranate, which becomes waste after processing, may be used as an alternative feed source (Sarica, 2011).

In this study, it was aimed to make wheat bran more useful for poultry by mixing it with pomegranate peel in different proportions and subjecting it to solid phase fermentation with whey.

MATERIALS AND METHODS

Feed Material

The wheat bran used in the study was obtained from a commercial feed factory (87.98% dry matter, 3.98% crude oil, 15.65% crude protein, 3.33% crude ash, 13.40% crude fiber, 49.85% 1,1-Difenil 2-pikril hidrazil (% DPPH) inhibition, 0.318 IU/g phytase activity, 4.46% phytic acid ratio and yeast count 5.98×10^3). Pomegranate peels were obtained by drying the peels at room temperature after cleaning the inside of the pomegranates purchased from the market (87% dry matter, 0.95% crude oil, 4.27% crude protein, 2.91% crude ash, 17.04% crude fiber, 80% DPPH. inhibition and 1,151 IU/g phytase activity).

The whey used in solid state fermentation to provide moisture in the environment was obtained daily from a dairy factory (contained: 6.5% dry matter, 0.8% crude fat, 0.85% crude protein, 0.55% crude ash and 6.6 pH).

Before the fermentation process, wheat bran (WB) and pomegranate peels (PP) were ground and passed through a 3 mm sieve. Experimental groups, first group WB+ MS (tap water), second group WB+ W (whey), third group WB + 0.5% PP + W, fourth group WB + 1% PP+W, fifth group WB + % 1.5 PP+W and the sixth group were formed as WB + 2% PP +W. In the study, the feed samples were adjusted to 100 g by adding 0, 0.5, 1, 1.5 and 2 g pomegranate peel to the wheat bran, respectively.

Whey was used to adjust the humidity (optimum 66%) required for solid phase fermentation. The feed samples were prepared in eight replications and placed in 500 ml erlenmeyer flasks. 120 ml of tap water was added to the mixtures in the first group and 120 ml of whey was added to the other groups and mixed homogeneously. The pH values of the feed samples were measured and stabilized between 4-4.5 values ideal for yeast growth was achieved with citric acid (Pandey et al., 2000).

Four of the feed samples prepared for each group were poured on a nylon cover without fermentation and

dried at room temperature. The mouths of the remaining erlenmeyers were covered with cotton and subjected to fermentation for 48 hours in an incubator at 32 ± 2 °C to ensure the growth of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). In order to reduce the temperature increase during the fermentation and to remove the carbon dioxide from the environment, the Erlenmeyer flasks were mixed with the help of sterile glass drumsticks every eight hours. After fermentation, the feed samples were emptied and dried in the shade at room temperature. After all the feeds were dried, crude protein, crude oil, crude fiber, crude ash, dry matter (Kutlu, 2008), phytic acid analysis (Raheja et al., 1973), antioxidant activity (Blois, 1958), phytase activity, and yeast count (Halkman, 2007) was made.

Statistical Analysis

The analyzes of the data on the nutrient content of the feed samples were made using the General Linear Model procedure and the SPSS 17.0 package program. Significance checks of means found significant between groups were determined by Duncan Multiple Comparison Test (Düzgüneş et al., 1983). The differences between the nutritional values of the feeds before and after fermentation were determined by t test.

RESULTS and DISCUSSION

The mean and variance analysis results of dry matter, crude ash, crude protein, ether extract and crude fiber values of wheat bran subjected to solid phase fermentation with whey and pomegranate peel before and after fermentation are given in Table 1. When the results were examined, it was found that there was no difference between the groups in terms of dry matter, crude ash and crude protein before fermentation (0.hour) and after fermentation (48.hour). It was observed that fermentation had no effect on dry matter.

When the effect of fermentation on the crude ash ratios was examined, it was found that there was an increase in the crude ash ratio of all groups ranging from 0.97% to 20.62%, but this increase was significant ($P<0.05$) only in the WB+ 1.5% PP + W group. When the effect of fermentation on the protein value was examined, it was determined that the crude protein values of the mixtures subjected to fermentation increased significantly ($P<0.05$), except for the WB+ 1.5% PP+ W group, and this increase varied between 9.65% and 23.02%.

It was determined that there were very significant ($P<0.01$) differences in ether extract between both pre-fermentation and post-fermentation groups. The lowest ether extract value before fermentation was observed in WB+TW group, and after fermentation in WB+TW and WB+ W groups. When the effect of

fermentation on ether extract was examined, it was seen that there was a very significant ($P<0.01$) difference in all groups and the ether extract ratio of the feeds decreased between 39.57% and 55.31%. The highest rate of change was observed in the WB+W group with a decrease of 55.311%.

When Table 1 is examined, no significant difference was found between the groups in terms of crude fiber values before fermentation. After fermentation, the difference between the groups was very significant ($P<0.01$) and the lowest crude fiber value was determined in WB+TW, WB+W and WB+ 0.5% PP+ W groups. In addition, it was determined that fermentation had no effect on crude fiber values.

In this study, the increase in the crude ash ratio of the feeds after fermentation was associated with the increase in the yeast count. Because approximately 6-9% of the dry matter of yeast contains crude ash. Phosphorus constitutes most of the crude ash contained in yeast, followed by K, Mg, Ca, Na, respectively. Yeast ash contains small amounts of iron, silicon and sulfur, and trace amounts of copper and zinc (Pamir,1985).

Baran (2017) reported that there were significant changes in the dry matter ratios of barley, wheat and oats subjected to solid phase fermentation with *L. salivarius*. As a result of 48 hours of fermentation, it was determined that the dry matter content of wheat and oats decreased significantly, while the dry matter content of barley increased significantly. The same researcher reported that the rate of crude ash also increased significantly.

Yaşar (2014) reported that there was no change in the dry matter ratio of barley, wheat and oats subjected to fermentation with whey and citrus pulp, but the crude ash ratios increased. Similar results were obtained from studies with different feeds and microorganisms (Rashad et al., 2011; Shi et al., 2017; Hassaan et al., 2015).

In this study, it was found that crude protein levels of feed samples increased due to the effect of fermentation. Similarly, Yaşar (2014) determined that there was a slight increase in the crude protein ratio of barley, oats and wheat fermented with whey. Rashad et al. (2011) fermented the soy by-product "Okora" with six different yeast strains and examined the crude protein ratios. They determined that the crude protein ratio of the fermented product increased by 54% compared to the control feed. Researchers have shown that the reason for this increase in crude protein ratio is the rapid increase in the number of yeast during fermentation. Moore et al. (2007) reported that the crude protein ratio increased by 11-12% after fermentation in wheat bran fermented with different yeast strains and this increase was due to the increase in the number of yeast in the medium. Mathot et al.

(1992) suggested that the increase in crude protein ratio of barley as a result of solid phase fermentation with *Aspergillus niger* is due to the increase in protease activity. Rajesh et al. (2010) reported that crude protein ratio increased by 38% as a result of fermenting various vegetable wastes in solid phase using *Aspergillus niger*. It has been reported that at least 19 types of enzymes are produced due to fermentation. In their research, they attributed the reason for this increase in crude protein rate to the rapid conversion of carbohydrates to fungal protein by *A. niger* 616 used for fermentation. It has been reported that the crude protein ratio of sunflower seed meal fermented with different *Bacillus* strains increased between 3-104%, and the free amino acid content increased from 99.7 mmol/g to 529.1 mmol/g with the effect of the proliferation of microorganisms and the enzyme system (Zhang et al., 2014). Similarly, it was reported by some researchers that the total amino acid content increased as a result of fermentation of soybean meal with *L. plantarum* (Frias et al., 2008).

In the studies summarized above, either the increase in the number of microorganisms or the increase in the enzyme level was shown as the reason for the increase in the amount of crude protein. In this study, in line with the expectations, increases were recorded in the crude protein ratio and yeast count of the feeds after fermentation.

In general, it has been reported that fresh yeast contains 20-30% dry matter and approximately 45-60% of this dry matter consists of crude protein (Pamir, 1985). The significant protein content of yeast body components may be shown as the reason for the increase in crude protein ratio in feed samples.

In the current study, it was observed that the ether extract ratios of the feeds decreased with the effect of fermentation. It is known that approximately 1-7% of yeast consists of fat and similar substances (Pamir, 1985). It has been reported that this rate is between 2% and 23.67% in baker's yeast. The fat ratio in yeast varies according to the nutritional status of the yeast. While well-fed yeasts have high fat content, starved yeasts have little or no fat. High temperature, excessive ventilation and abundant nutrients increase the amount of fat in the yeast cell (Pamir, 1985). Similar to this study, Rashad et al. (2011) determined that the ether extract ratio of Okora fermented with *S. cerevisia* decreased by 6.67%. In many previous studies, it was reported that the ether extract level of feed fermented with different microorganisms decreased (Ilyemi et al., 2006; Lateef et al., 2008). Baran (2017) determined that the ether extract ratio of wheat and oat fermented with *Lactobacillus salivarius* increased, while the ether extract ratio of barley decreased. Shi et al. (2017) reported that a numerical reduction in ether extract ratio of corn-soybean

blended feed fermented with *Bacillus subtilis* and *Enterococcus faecium*

In this study, it was observed that fermentation had no effect on crude fiber values. However, Rashad et al. (2011) reported a 7.38% reduction in crude fiber as a result of fermentation of Okora with *S. cerevisiae*. Researchers attributed the decrease in crude fiber ratio to enzymes that break down cellulose/hemicellulose secreted by yeasts (Lateef et al., 2008). Moore et al. (2007) reported a decrease in the crude fiber ratio of wheat bran fermented with different commercial yeasts. Researchers explained this decrease by the fact that yeasts may have individual enzyme activities and interact differently with soluble and insoluble fibers. As a result of the solid phase fermentation of canola pulp with 10^7 spore/g *Aspergillus niger*, it was determined that the ratio of acid detergent fiber, neutral detergent fiber and crude fiber decreased by 66%, 78% and 25%, respectively (Safari et al., 2012).

The mean and variance analysis results of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) numbers, % DPPH, phytase activity values and phytic acid ratios of wheat bran subjected to solidstate fermentation with whey and pomegranate peel before and after fermentation are given in Table 2.

It was not determined that there was no significant ($P>0.05$) difference between the groups in terms of phytase activity before fermentation. However, it was observed that there was a very significant ($P<0.01$) difference between the groups in terms of phytase activity after fermentation and the lowest value occurred in the WB+TW group. In the study, it was determined that fermentation increased phytase activity significantly ($P<0.01$). Depending on the fermentation, an increase in phytase activity was observed ranging from 9.39% to 47.42% (Table 2).

When the phytic acid values were examined, it was found that there was no significant difference between the groups before fermentation. After fermentation, there were significant ($P<0.01$) differences between the groups in terms of phytic acid and the highest phytic acid ratio was determined in the WB+TW group. It was observed that there was a decrease in the phytic acid ratio between 63.16% and 68.65% depending on the effect of fermentation, and this decrease was very significant in all groups.

When Table 2 was examined, it was seen that there was a very significant ($P<0.01$) difference between the groups in terms of DPPH both before and after fermentation. The lowest DPPH rate before fermentation was observed in the WB+TW group, and the highest value was observed in the WB+2% PP+W group. After fermentation, the lowest DPPH inhibition rate was found in the WB+TW group, while the highest value was found in the WB+2% PP+W group. When the

effect of fermentation on antioxidant values was examined, it was observed that DPPH value increased

significantly with the effect of fermentation, except for WB+TW and WB+0.5% PP+W groups.

Table 1. Dry matter, crude protein, ether extract, crude ash and crude fiber rate of fermented and non-fermented feeds.

Çizelge 1. Fermente ve fermente olmayan yemlerin kuru madde, ham protein, eter ekstraktı, ham kül ve ham selüloz oranı.

Groups	Dry Matter %		Crude Ash %		Crude Protein %		Ether Extract %		Crude Fiber %	
	B.F	A.F	B.F	A.F	B.F	A.F	B.F	A.F	B.F	A.F
WB+TW	92.36±0.36	91.76±0.19	3.80±0.15	4.52±0.16	15.44±0.42B	18.41±0.66A*	4.29±0.01bA	2.37±0.25bB**	13.09±0.31	12.22±0.14b
WB+W	89.15±1.22	89.74±2.18	4.07±0.04	4.11±0.10	15.29±0.92B	18.10±0.50A*	5.17±0.09aA	2.31±0.41bB**	13.08±0.70	12.28±0.23b
WB+0.5% PP+W	88.97±0.97	91.05±0.39	3.62±0.08	4.16±0.03	14.94±0.34B	17.90±0.18A*	5.49±0.01aA	3.11±0.08aB**	13.59±0.58	12.56±0.13b
WB+1%PP+W	89.91±1.20	89.47±1.34	3.96±0.05	4.06±0.09	15.20±0.72B	18.70±0.60A*	5.17±0.09aA	3.09±0.26aB**	13.10±0.09	13.29±0.09a
WB+1.5% PP+W	88.85±0.15	90.48±0.62	3.54±0.01B	4.27±0.05A*	16.37±0.95	17.95±0.13	5.13±0.02aA	3.10±0.14aB**	13.03±0.40	13.20±0.22a
WB+2% PP+W	89.13±0.79	88.89±0.04	3.80±0.15	4.22±0.02	15.31±0.32B	17.65±0.44A*	5.46±0.04aA	3.18±0.06aB**	13.54±0.17	13.24±0.13a
P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	**

a-c: The averages shown with different letters in the same column are different from each other. A-B: Different letters indicate that the mean of each parameter is different from each other before and after fermentation. B.F: before fermentation, After fermentation, WB: Wheat bran, TW: Tap water, Pomegranate peel, W: Whey, *: P<0.05, **: P<0.01 ns: Not significant.

Table 2. Phytase activities, phytic acid ratio, antioxidant activities and yeast numbers of fermented and non-fermented feeds.

Çizelge 2. Fermente ve fermente olmayan yemlerin fitaz aktiviteleri, fitik asit oranı, antioksidan aktiviteleri ve maya sayıları

GROUPS	Phytase Activities (IU/g KM)		Phytic Acid Ratios (%)		Antioxidant Activities (%)		Yeast (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) Numbers %	
	B.F	A.F	B.F	A.F	B.F	A.F	B.F	A.F
WB+TW	4.15±0.06	4.54±0.36b	4.36±0.07A	1.60±0.3aB**	50.45±0.82e	52.56±0.82e	4.67 X 10±0.01 ³ B	6.09 X 10±0.03 ⁶ A **
WB+W	3.83±0.09	5.56±0.26aA**	4.61±0.02A	1.44±0.0cB**	53.35±0.22dB	59.09±0.45dA**	6.00 X 10±0.04 ³ B	6.30 X 10±0.04 ⁷ A **
WB+0.5% PP+W	4.52±0.34B	5.21±0.09aA*	4.43±0.02A	1.46±0.03cB**	54.50±2.24d	60.32±0.25cd	6.55 X 10±0.02 ³ B	6.10 X 10±0.05 ⁷ A **
WB+1% PP+W	4.05±0.20B	5.978aA**	4.48±0.01A	1.42±0.04cB**	56.95±2.77cB	64.02±0.10cA**	4.00 X 10±0.03 ³ B	6.19 X 10±0.03 ⁷ A **
WB+1.5% PP+W	4.58±0.17B	5.67±0.14aA**	4.59±0.01A	1.45±0.02cB**	62.70±1.17bB	69.67±1.25bA*	5.90 X 10±0.02 ³ B	6.23 X 10±0.02 ⁷ A **
WB+2% PP+W	4.09±0.21B	5.50±0.08aA**	4.60±0.06A	1.56±0.02bB**	65.40±1.03aB	76.22±1.26aA**	5.00 X 10±0.04 ³ B	6.12 X 10±0.01 ⁷ A **
P	0.000**	0.000**	ns	0.000**	**	**	ns	ns

a-c: The averages shown with different letters in the same column are different from each other. A-B: Different letters indicate that the mean of each parameter is different from each other before and after fermentation. B.F: before fermentation, After fermentation, WB: Wheat bran, TW: Tap water, Pomegranate peel, W: Whey, *: P<0.05, **: P<0.01 ns: Not significant.

There was no significant difference between the pre-fermentation and post-fermentation groups in terms of yeast count. However, it was determined that yeast counts of the feeds increased significantly (P<0.01) with the effect of fermentation in all groups.

Tran and Sauvart (2004) reported that most of the phosphorus in cereals and oilseeds (2/3) is in the form of phytate, of which 28.2% is in the form of phytin

phosphorus. In a previous study, it was reported that phytase activity increased as a result of soaking wheat bran (Morris & Ellis, 1980). In the present study, it was observed that phytase activity increased as a result of fermentation, while the phytic acid ratio decreased significantly in the groups to which both tap water and whey were added. In a study by Safari et al. (2012), it was determined that the amount of

phosphorus in phytin decreased by 74% as a result of solid phase fermentation of canola meal with 10^7 spore/g *Aspergillus niger*. Carlson and Poulsen (2003) stated that phytate levels in barley and wheat fermented by soaking at different temperatures decreased significantly due to fermentation. In another study, it was stated that a diet soaked with whey for 3 hours at 40 °C significantly increased P absorption in pigs (Näsi et al., 1995). Baran (2017) determined that the phytic acid ratio in barley, wheat and oats subjected to solid phase fermentation with *Lactobacillus salivarius* decreased significantly due to fermentation, while phytase activity increased significantly in barley and wheat.

It has been suggested by researchers that wheat bran, which is rich in many nutrients, is a good source of antioxidants due to the phenolic compounds it contains. In this study, the antioxidant efficiency of the bran used was determined as 49.85%. Cingöz et al. (2017), in their analysis of wheat bran samples, reported that the antioxidant capacity increased due to the increase in the amount of phenolic substances in the bran. In the current study, it was observed that the antioxidant activity increased due to the increase in the ratio of pomegranate peel in the mixture, and the highest antioxidant value was determined in the group with 2% pomegranate peel added. The DPPH inhibition of the pomegranate peel used in the experiment was determined as 80%.

When Table 2 was examined, it was determined that fermentation had a significant effect on the DPPH inhibition values of the feeds. In previous studies, it was reported that as a result of fermentation, free phenolic compounds in the structure of the feed increased proportionally and accordingly the antioxidant activity increased (Martins et al., 2011; Tapati & Kuhad 2014). Similarly, Rashad et al. (2011) found that the antioxidant activity of ochora fermented with yeast strains is quite high compared to the unfermented one. Moore et al. (2007) reported that the antioxidant activity of wheat bran fermented with yeast increased significantly. Tosun (2017) determined that the antioxidant level of apple and tomato pulps, which were subjected to fermentation with *A. niger* for 72 hours, increased significantly. Similarly, Baran (2017) reported that the phenolic content of barley and oats subjected to fermentation with some bacteria increased by 70-300%, and accordingly, there was an increase in the antioxidant value of the feeds by 59-92%. In solid phase fermentation studies, it has been reported that depending on the high enzyme activity in fermented feeds, phenolic compounds in bound form become free and therefore their antioxidant capacity increases (Bhanja & Kuhad 2014). Similar to the present study, Bölükbaşı et al. (2019) found that there was a significant increase in the yeast count of barley subjected to solid phase fermentation with whey.

CONCLUSION

It was found that as a result of fermentation of wheat bran, which is insufficient in terms of nutrient content in poultry feed, with pomegranate peel and whey, protein ratio, phytase and antioxidant activity increased, while phytic acid level decreased. In addition, it was determined that with the increase in the number of yeast, it gained probiotic properties.

Author Contributions

Author 1: Designed the study, made laboratory analyzes, collected data. Author 2: Designed the study, performed the statistical analysis and wrote the paper. All authors have accepted responsibility for the entire content of this manuscript and approved its submission.

Conflict of Interest Statement

All authors declare that there are no conflicts of interest in their articles that may affect the results or comments.

REFERENCES

- Akbulut, G., Yıldız, Atilla., & Yalınca, R. (2010). Nar: Bileşimi ve Potansiyel Sağlık Etkileri, *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 53-64.
- Baran, B. (2017). *Arpa, Yulaf Ve Buğdayın Lactobacillus Salivarius Kullanılarak Katı Faz Fermantasyon İle Besin Madde Bileşiminin Zenginleştirilmesi*. (Tez No: 472354) [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Bhanja, D. T., & Kuhad, R.C. (2014). Upgrading the antioxidant potential of cereals by their fungal fermentation under solid-state cultivation conditions, *Letter Applied Microbiology*, 59(5), 493-499. doi:http://dx.doi.org/10.1111/lam.12300.
- Blois, M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 26, 1199-1200.
- Bölükbaşı Aktaş, Ş.C., Dumlu, B. ve Ahmadova, R. (2019). Katı faz fermentasyonu ile arpanın besin değerinin iyileştirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 14(3), 315-323., Doi: 10.17094 (Yayın No: 5835038)
- Carlson, D., & Poulsen, H.D. (2003). Phytate degradation in soaked and fermented liquid feed—effect of diet, time of soaking, heat treatment, phytase activity, pH and temperature. *Animal Feed Science and Technology*. 103 (2003), 141-154.
- Cingöz, A., Akpınar, Ö., & Sayaslan, A. (2017). Farklı kepek fraksiyonlarının fonksiyonel özellikleri ve hamur reolojik özelliklerine etkisi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*. 34 (3), 128-138.

- Demir, M. K., (2011). Effects of cheese and yoghurt dairy by-products on some properties of bread, 4th international congress on food and nutrition together with 3rd SAFE Consortium International Congress on Food Safety, İstanbul, Türkiye, 12-14 October,.
- Düzgüneş, O., T. Kesici, & F. Gürbüz. (1983). *Statistical Methods I*. Ankara University, Agriculture Faculty No: 861, 229 sy
- Ersoy, M. & Uysal, H., (2002). Süttozu, peyniraltı suyu tozu ve yayıkaltı karışımları ile üretilen kefirlerin özellikleri üzerine bir araştırma I. Bazı Kimyasal Özellikler, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39 (3), 64-71.
- Frias, J., Song, Y.S., Cristina, E.G., & De Mejia, E.G. (2008). Conception v.v, immunoreactivity and amino acid content of fermented soybean Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 99-105.
- Halkman, K. (2007). Gıdaların Mikrobiyolojik Analizi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 05, 2-6.
- Hassaan, M. S., Soltan, M. A., & Abdel-Moez, A.M. (2015). Nutritive value of soybean meal after solid state fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Animal Feed Science and Technology*, 201, 89-98.
- Iluyemi, F.B., Hanafi, M.M., Radziah, O., & Kamarudin, M.S. (2006). Fungal solid state culture of palm kernel cake. *Bioresource Technology Journal*, 97, 477-482.
- Joseph, I., Paul, R.R., & Bhatnagar, D. (2008). Effect of solid state fermentation on nutrient composition of selected feed ingredients. *Indian Journal of Fisheries*, 55(4), 327-332.
- Kumar, A., & Duhan, J.S. (2011). Production and characterization of amylase enzyme isolated from *Aspergillus niger* mtcc-104 employing solid state fermentation. *International Journal of Pharma and BioSciences*, 2(3), 250-258.
- Kutlu, H.R. (2008). *Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Ders Notu, 65 sy, Adana.
- Lateef, A., Oloke, J.K., Gueguim Kana, E.B., Oyeniye, S.O., Onifade, O.R., Oyeleye, A.O., Oladosu, O.C., & Oyelami, A.O. (2008). Improving the quality of agro-wastes by solid-state fermentation: Enhanced antioxidant activities and nutritional qualities. *World journal of microbiology & biotechnology*, 24, 2369-2374.
- Machida, M., & Gomi, K. (2010). *Aspergillus: Molecular Biology and Genomics*, Caister Academic Press, p,238.
- Martins, S., S.I. Mussatto., G. Martínez-Avila, J., Montañez-Saenz, Aguilar, C.N., & Teixeira, J. A. (2011). Bioactive phenolic compounds: production and extraction by solid-state fermentation. A review, *Biotechnology Advances*, 29, 365-373.
- Mathot, P., Debevere, C., Walhain, P., Baudart, E., Théwis, A., & Brakel, J. (1992). Composition and nutritive value for rats of *Aspergillus niger* solid fermented barley. *Animal Feed Science and Technology*, 39(3-4), 227-237.
- Mete, H. (2012). Peyniraltı Suyunun Ekmekçilikte Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi, *Tekirdağ S.M.M.M. Odası Sosyal Bilimler Dergisi*, 1,06.
- Moore, J., Cheng, Z., Hao, J., Guo, G., Guo-Liu, J., Lin, C., & Yu, L. (2007). Effects of solid-state yeast treatment on the antioxidant properties and protein and fiber compositions of common hard wheat bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 10173-10182.
- Morris, E.R. & Ellis, R. (1980). Bioavailability to rats of iron and zinc in wheat bran: response to low-phytate bran and effect of the phytate/zinc molar ratio. *The Journal of Nutrition*, 110, 10, 2000-2010.
- Näsi, M., Helander, E., & Partanen, K. (1995). Availability for growing pigs of minerals and protein of high phytate barley-rapeseed meal diet treated with *Aspergillus niger* phytase or soaked with whey. *Animal Feed Science and Technology*, 56, 83-98.
- Özen, A.E., & Kılıç, M. (2007). Peyniraltı suyundan elde edilen serum proteinlerinin fonksiyonel özellikleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (3), 45-49.
- Özen, N., Haşimoğlu, S., Çakır, A., & Aksoy, A. (2012). *Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları no:50, ss 258, Erzurum.
- Pamir, M.H. (1985). *Fermantasyon Mikrobiyolojisi*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları no 936, ss 267, Ankara.
- Pandey, A., Bogar, B., Szakacs, G., Linden, J.C., & Tengerdy, R.P. (2008). Optimization of phytase production by solid substrate fermentation. *Current Developments in Solid-state Fermentation*, 33, 183-189.
- Pandey, A., Soccol, C.R., & Mitchell, D. (2000). New developments in solid state fermentation: 1-Bioprocesses and products. *Process Biochemistry*, 35, 1153-1169.
- Raheja, R.K., Kaur, C., Singh, A., & Batia, I. S. (1973). New colorimetric method for the quantitative of phospholipids without aid digestion. *Journal of Lipid Research*, 14, 695.
- Rajesh N., Imelda-Joseph, & Paul Raj, R. (2010). Value addition of vegetable wastes by solid-state fermentation using *Aspergillus niger* for use in aquafeed industry. *Waste Management* 30, 2223-2227.
- Rashad, M.M., Mahmoud, A.E., Abdou, H.M., & Nooman, M.U. (2011). Improvement of nutritional quality and antioxidant activities of yeast

- fermented soybean curd residue. *African Journal of Biotechnology*, 10(28), 5504-5513.
- Safari, O.M., Farhangi, C., Carter, B., Yakhchali, S., Bai, M., & Sangatash, M. (2012). Study on the effect of solid state fermentation with *Aspergillus niger* on antinutritional factors of canola protein concentrate with aim of using in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The proceedings of the 1th International and the 4th National Congress on Recycling of Organic Waste in Agriculture, 26–27 Isfahan, Iran, p:1-12.
- Sarıca, Ş. (2011). Nar suyu yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanım olanakları, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 97-101.
- Shi, C., Zhang, Y., Lu, Z., & Wang, Y. (2017). Solid-state fermentation of corn- soybean meal mixed feed with *Bacillus subtilis* and *Enterococcus faecium* for degrading antinutritional factors and enhancing nutritional value. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8,50.
- Tapati, B.D., & Kuhad, R.C. (2014). Enhanced production and extraction of phenolic compounds from wheat by solid-state fermentation with *Rhizopus oryzae* RCK2012. *Biotechnology Reports*, 4, 120–127.
- Tosun, R. (2017). *Fungal Mikroorganizmalar İle Katı-Faz Fermentasyonuna Tabi Tutulan Elma Ve Domates Posasının Besin Madde Bileşiminin Kanatlı Hayvanlar İçin Yararlı Hale Getirilmesi*. (Tez No: 475165) [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Tran, G., & Sauvant, D. (2004). Chemical data and nutritional value. Pages 1724 in D. Sauvant, J. M. Perez, and G. Tran, eds. Tables of composition and nutritional value of feed materials: Pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses, fish. 2nd ed. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands and INRA Editions, Versailles, France.
- Yaşar, S. (2014). Etlik civciv ve piliçlerde buğday, arpa ve yulaf dane yemlerinin peynir suyu ve narenciye posası ile fermentasyona uğratarak besleme değerlerinin artırılmasına yönelik çalışmalar. TÜBİTAK Proje Raporu. Proje Kodu: 1002, Proje No: 113O201
- Zarei, M., Azizi, M., & Zeinolabedin, B. S. (2011). Evaluation of physicochemical characteristics of pomegranate (*Punica granatum* l.) fruit during ripening. *Fruits*, 66, 121-129.
- Zhang, S.T., Shi, Y., Zhang, S., Shang, W., Gao, X., & Wang, H. (2014). Whole soybean as probiotic lactic acid bacteria carrier food in solid-state fermentation. *Food Control*, 41, 1-6.
- Zhang, A. R., Wei, M., Yan, L., Zhou, G. L., Li, Y., Wang, H.M., Yang, Y.Y., Yin, W., Guo, J.Q., Cai, X.H., Li, J.H., Zhou, H., Liangy, Y.X. (2022). Effects of feeding solid-state fermented wheat bran on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poult Sci*, 101, 102402.
- Zhao, H.M., Guo, X.N., Zhu, K.X. (2017). Impact of solid state fermentation on nutritional, physical and flavor properties of wheat bran. *Food chem*, 217,28-36.



An Investigation into The Frequency and Causes of Fleas in Goat Farms

Turgay TAŞKIN^{1*}, Çağrı KANDEMİR, Nedim KOŞUM³, Cemal ÜN⁴, Hüseyin CAN⁵, Sedef Erkunt ALAK⁶
Ahmet KÖSEOĞLU⁷

^{1,2,3}Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, İzmir, Türkiye, ^{4,5}Ege University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology, İzmir, Türkiye, ⁶Ege University, Vaccine Development Application and Research Center, İzmir, Türkiye, ⁷Biruni University Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Molecular Biology and Genetics, Istanbul, Türkiye
¹<https://orcid.org/0000-0001-8528-9760>, ²<https://orcid.org/0000-0001-7378-6962>, ³<https://orcid.org/0000-0002-8253-5337>
⁴<https://orcid.org/0000-0002-4248-9671>, ⁵<https://orcid.org/0000-0001-9633-9786>, ⁶<https://orcid.org/0000-0001-8563-1239>
⁷<https://orcid.org/0000-0002-3505-4397>
✉: turgay.taskin@ege.edu.tr

ABSTRACT

The objectives of the study are to determine the flea density in goat farms in the Bornova district of the province of İzmir, investigate the reasons, and develop remedies. This study is a situation determination to determine the flea problem in extensive goat farms. The research sample, which was carefully selected from the agricultural and livestock records kept by the Bornova District Directorate, consisted of 39 goat farms. According to research, 84.61% of sheep and goat farms experience flea problems, and 94.87% of those farms lose animals as a result of flea infestations. 33.33% of the body colours of animals with fleas are black. The most frequently infested animals by fleas were goats (28.21%) and young animals (33.33%). The main symptoms of a flea infestation are itching and hair loss (17.95% and 20.51%). Removing manure from the barn was the most widely used flea management technique (38.46%), followed by using pesticides (17.95%). Cats or dogs were reported to have flea issues in 89.74% of the farms. As a result, if flock management activities including hygiene and sanitation, animal welfare, and health-protection techniques are done well, the damage caused by ectoparasites will be reduced. To prevent potential financial losses in the flock, it is recommended to emphasise to goat producers the importance of flea infestations and to apply appropriate flea control methods.

Animal Science

Research Article

Article History

Received : 22.11.2022
Accepted : 24.03.2023

Keywords

Flea prevalence,
Flea damage,
Goat farms,
Flea symptoms,
İzmir province

Keçi Yetiştiren İşletmelerde Pire Görülme Sıklığı ve Nedenleri Üzerine Bir Araştırma

ÖZET

Çalışmanın amacı; İzmir ili Bornova ilçesinde keçi yetiştiriciliği yapan işletmelerde pire yaygınlığının belirlenmesi, nedenlerinin araştırılması ve buna yönelik olarak çözüm yollarının geliştirilmesidir. Bu çalışma, ekstansif keçi işletmelerinde pire sorununu belirlemeye yönelik olarak yapılan bir durum saptamasıdır. Araştırma materyalini, Bornova ilçe Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü kayıtlarından gayeli örnekleme yöntemiyle seçilen 39 keçi işletmesi oluşturmuştur. Koyun ve keçi işletmelerinin yüzde 84.61'inde pire sorunu olduğu ve bunların yüzde 94.87'sinin pire kaynaklı hayvan ölümlerine neden olduğu belirlenmiştir. Pire görülen hayvanlarda en çok görülen vücut rengi %33.33 ile siyahtır. Pireler, en çok yavrualarda (%33.33) ve ergin hayvanlarda (%28.21) görülmüştür. Pire belirtileri arasında ilk sırada; kaşıntı ve kıl dökülmesidir (%20.5) Pireyle mücadelede, gübrenin ağıldan uzaklaştırılması (%38.46) ve daha sonra pestisitlerin (%17.95) kullanımı en yaygın uygulama olmuştur. İşletmelerin çoğunda (%89.74) mevcut olan kedi veya köpeklerde de pire sorunu belirlenmiştir. Sonuç olarak, hijyen ve sanitasyon, hayvan refahı ve sağlığı koruma tekniklerini içeren sürü yönetimi faaliyetleri iyi

Zootekni

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 22.11.2022
Kabul Tarihi : 24.03.2023

Anahtar Kelimeler

Pirenin görülme sıklığı,
Pire zararı,
Keçi işletmeleri,
Pire belirtileri,
İzmir ili

yapılırsa ektoparazitlerin neden olduğu zarar azalacaktır. Özellikle keçi yetiştiricileri açısından pire zararlısının önemi yetiştiricilere iyi anlatılarak olası hayvan ölümleri ya da sürüde oluşacak ekonomik kayıpları en aza indirecek pireyle mücadele yöntemleri uygulanması önerilir.

- Atıf Şekli:** Taşkın, T., Kandemir, Ç, Koşum, N., Ün, C., Can, H., Alak, SE., & Köseoğlu, A. (2023). Keçi Yetiştiren İşletmelerde Pire Görülme Sıklığı ve Nedenleri Üzerine Bir Araştırma. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26 (4), 927-937. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1208414>.
- To Cite :** Taşkın, T., Kandemir, Ç, Koşum, N., Ün, C., Can, H., Alak, SE., & Köseoğlu, A. (2023). An Investigation into the Frequency and Causes of Fleas in Goat Farms. *KSU J. Agric Nat* 26 (4), 927-937. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1208414>.

INTRODUCTION

Fleas, which are blood-sucking arthropods, infect many mammals and birds, including humans (Joseph et al. 1981; Halos et al., 2014; Hastriter et al., 2018; Dahm et al., 2021; Koseoglu et al., 2021). In the domains of medicine and veterinary science, some species from the Pulicidae family (*Pulex irritans*, *Xenopsylla cheopis*, *Ctenocephalides canis*, *Ctenocephalides felis*), Ceratophyllidae family (*Nosopsyllus consimilis*, *Nosopsyllus fasciatus*), and Leptopsyllidae family (*Leptopsylla segnis*) rank. There have been numerous studies on the prevalence of flea species in goats raised around the world (Kusiluka et al., 1995; Yakhchali & Hosseine, 2006; Gracia et al., 2012; Tesfaheywet & Simeon, 2016; Ajith et al., 2017), but there hasn't been much research on the subject in our country (Fagbemi, 1982; Yilmaz et al., 2017; Ashwini et al., 2017; Hatami et al., 2022). The goat industry contributes to the Turkish livestock economy (Ertuğrul et al., 2010; Sezer et al., 2021). Animals without basic health restrictions are susceptible to several parasite infections, which cause financial losses. Ectoparasites play a major role in several parasitic diseases. In advanced cases in animals, flea bites have been related to severe itching, hair loss, acanthosis, hyperpigmentation, and hyperkeratinization, whereas in people, pulicosis occurs (Unat et al., 1995; Yeruham et al., 1996, 1997, 1999; Lappin, 2018). Ectoparasites: higher mortality rates in young and adult animals, reduced yields, some reproductive issues, and skin conditions, especially in farms that raise sheep and goats and breed them intensively (Sisay et al., 2013; Risa, 2021). Some African and Asian exporters of sheep and goat leather suffer significant financial losses because of these ailments and skin imperfections contributing to the poor quality of the leather (Yacob, 2013; Leahy et al., 2017; Prelezov & Nizamov, 2020). Livestock farms are under pressure from the city on a human and environmental level in the rural areas of the provinces that have reached the status of multiple metropolitan centres, such as Izmir. It has been stated that relocating to areas where their health won't be endangered is now necessary (Tosun & Demirbas, 2012). In the rural regions of the provinces that have attained the status of multiple metropolitan centres,

such as Izmir, livestock farms are under pressure from the city on a human and environmental basis. According to reports, they must now relocate to regions where their health won't be in danger (Kandemir et al., 2019). It has been stated that regions can be created specifically for animal husbandry (Ünal et al., 2020; Deri et al., 2021). In the Bornova region of the province of Izmir, goat farms have high flea concentrations. This study is a situation determination to determine the flea problem in extensive goat farms

MATERIAL and METHOD

The investigation will be conducted within the bounds of the Izmir metropolitan municipality, in the rural Bornova district. Only the five districts in the district centre that engage in major animal husbandry activities were chosen, according to information and official papers provided by the Bornova District Directorate of Agriculture. There are 12 communities in the study region where raising animals is a major source of income (Figure 1.). With the introduction of the Metropolitan, all Bornova forest villages on the grounds of the Izmir metropolitan municipality were given neighbourhood status in 2012.



Figure1. Study area
Şekil 1. Çalışma Alanı

According to Table 1, while there are 39 farms where other species are grown in the whole region, 19 of them are goat farms. The Pınarbaşı, Laka, and Gökdere districts do not have any goat farms, despite the Bornova district having 12 neighbourhoods or villages.

In 89.48% of these farms, there may be two or more small ruminant farms. There are only two modest ruminant farms (1 unit each) in Kayadibi and Beşyol

(1 unit). They weren't considered in the statistical study because of how little they added to the total—just 5.26%.

Table 1 Distribution of goat farms by settlements in the Bornova district
Çizelge 1. Bornova ilçesinde mahallelere göre keçi işletmelerinin dağılımı

Settlement (Neighbourhood)	Number of the all farms (n)	Number of goat farms (n)	%
Çamiçi	3	3	15.78
Kayadibi	3	1	5.26
Çiçekli	4	3	15.79
Yakaköy	3	2	10.53
Eğridere	5	3	15.79
Karaçam	2	1	-
Pınarbaşı	3	-	-
Laka	4	-	-
Kurudere	5	3	15.79
Sarnıç	2	2	10.53
Beşyol	4	1	5.26
Gökdere	1	-	-
Total	39	19	

Select Farms

In the Bornova district of the province of Izmir, the farms in these five communities are registered with the District Directorate of Agriculture (Farmer Record System). They are ready to take part, and the farms selected will represent at least 15% to 20% of all the goat farms in the district.

Survey Research

Data for a questionnaire study that asks questions on land, animal wealth and management, feeding-housing-health-protection practices, and pasture and manure management was gathered through in-person interviews. In-person interviews were used to collect information for a questionnaire study that asks questions on land, animal wealth and management, feeding-housing-health-protection practises pasture and manure management.

a. Information about the farm and the owner: Additional information about the farm's land area, production system, labour force, and housing configuration is also provided, along with more descriptive data about the breeder's age, educational background, financial opportunities, and reasons for raising livestock.

b. Information on animal stock and herd management: Some discoveries included the types of animals raised on the goat farm and their distribution by age group, their physical characteristics and methods of growth, and the possibilities for concentrate and roughage feed.

c. Information on the pasture's design and purpose: There are questions about the size, shape, and duration of use of the farm's animal pasture source.

d. The type of litter used in the shelter, how frequently it needs to be replenished, how the manure is stored

and tested, and who receives it as a product are all covered in the information on manure management.

Sample Size

Izmir province's Bornova area is home to about 8400 sheep and goats. A homogenous sample of at least 10–20% of the total number of animals from each farm, which has been limited to the farms in the five villages where these animals are actively raised, was collected.

Statistical Model

All of the goat farms (39) are family businesses, and a general study without grouping them into subgroups was conducted and presented as a frequency table (SPSS 22). In the Bornova neighbourhood of Izmir, there aren't many goat farms, thus the study was designed to find out how things are there. Otherwise, it is required to do a more thorough analysis of the environmental parameters, such as the number of animals (small, medium, and big scale), demographics (age, gender, education level, etc.), and the manure management system. Only frequency analysis was performed in the absence of the specified qualities in the firms, and the situation was summarised with tables.

RESULTS

In the research, the results of the farms, the owner, herd management, and flea control methods were reviewed in chronological order and displayed in tables.

Farm Characteristics

The frequency distributions for the farms are shown in Table 2. Family farms make up 71.79% of the farms,

while 61.54% of the farms are closed shelters. A substantial section of the farm produces combined output (64.10) and sacrificial production (35.90%). As a species, sheep and goats are raised together (69.23%). Although a substantial proportion of farmers

(82.05%) do not own their land, a sizable proportion of dryland farming can be carried out on the current land (79.48%).

Table 2. Frequency table for goat farm some characteristics

Çizelge 2. Keçi işletmelerinde bazı özelliklere ait frekans tablosu

Traits	Groups	n	%
Farm type	Family	28	71.79
	Commercial	11	28.21
Labour force	Family	34	87.17
	Temporary	5	12.83
	Permanent	-	-
	Other	-	-
Housing type	Closed	24	61.54
	Open	2	5.13
	Semi-open barn	9	23.08
	Shelter	4	10.25
	Other	-	-
Livestock	Goat	5	12.82
	Sheep	7	17.95
	Cattle	-	-
	Sheep +Goat	27	69.23
	Poultry	-	-
	Other	-	-
Source of capital	Own capital	30	76.92
	Bank credit	-	-
	Own capital +bank credit	9	23.08
	Incentive credit	-	-
	Other	-	-
Land asset(da)	No	32	82.05
	Ownership land	7	17.95
	Rental	-	-
	Other	-	-
Land type	Irrigable (da)	8	20.52
	Dryland (da)	31	79.48

Knowledge of the Farmer

Information about goat farms is included in Table 3 of the report. Goat breeders make up a substantial portion of farm owners in the study—87.17% of them are male. In total, 56.41% of people are between the ages of 41 and 60. When the education level is considered, 43.59% of them have completed primary school. In response to survey questions, most goat farm owners (43.59%) said they were farmers and that caring for livestock was their main source of income (76.22%).

The Flock Management Methods

Examples of herd management strategies for goat farms are shown in Table 4. Sheep and goats are housed collectively (84.61%) on the farms. The dairy farmer (58.98%) and their marketing plan (25.64%) come out on top when comparing the breeders' animal product marketing tactics. They are forced to purchase both roughages (43.59%) and concentrated feed

(38.46%) instead because there aren't many possibilities for irrigated farming and there isn't enough land accessible to cultivate animal feed. On a sizable area of the farm, dogs (48.72%) are raised for grazing. Other farms are situated nearby (76.22%), and their distance (less than 500 m) from the goat farms is shorter (74.36%). Except for the marketing strategy for animal products, the type of intense feed supply.

Prevalence of fleas

The study's findings regarding the fight against fleas are presented in Table 5. The two seasons of the year with the highest flea prevalence are summer (48.72%) and spring (33.33%). The reason why fleas are common in the summer and spring seasons is due to the high temperature and humidity in the region. Fleas were mostly seen in the young at 25.64%, and then in the adult animals at 56.41%. The incidence rate in animals of all age groups is 17.95%. In goat herds, the flea

Table 3 Frequency table for farm ownership (%)
 Çizelge 3. Keçi yetiştiricilerine ait frekans tablosu

Traits	Group	n	%
Gender	Male	34	87.17
	Female	5	12.83
Age	<20	-	-
	21-40	12	30.77
	41-60	22	56.41
	>60	5	12.82
	Illiterate	2	5.13
Education level	Primary school graduate	17	43.59
	Primary school dropout	5	12.82
	High school	6	15.38
	High school dropout	5	12.82
	Vocational school	3	7.69
	University graduated	1	2.56
Occupy	Farmer	17	43.59
	Self-employment	11	28.21
	Retired	10	25.64
	Other	1	2.56
Reason for farming	Basic income source	30	76.92
	Additional income	9	23.08
	Hobby	-	-
	Hobby + additional income	-	-
	Other	-	-
Year for farming (year)	<5	4	10.26
	6-10	9	23.08
	11-20	19	48.72
	21-30	5	12.82
	31 >	2	5.12

Table 4. Frequency table for some practices of herd management in goat farms
 Çizelge 4. Keçi işletmelerinde sürü yönetimi uygulamalarına ait frekans tablosu

Traits	Group	n	%
Are sheep and goats housed together?	Yes	33	84.61
	No	6	15.39
Animal product marketing method	Own	10	25.64
	Cooperative	6	15.38
	Dairy	23	58.98
Roughage supply method	Completely own	8	20.51
	Some purchase	12	30.77
	Completely purchase	2	5.13
	No feed	17	43.59
Concentrate feed supply method	Completely own	3	7.69
	Some ownsome purchase	12	30.77
	Completely purchase	9	23.08
	No feed	15	38.46
Vaccines	Own	-	-
	Special veterinary	12	69.23
	State veterinary	27	30.77
Type of animal raised on the farms	Dog	19	48.72
	Cat	13	33.33
	Poultry	7	17.95
Is there a livestock farm near the farm?	Yes	30	76.92
	No	9	23.08
If yes, is this farm near you?	Close	29	74.36
	Very close	10	25.64

Table 5. Frequency distribution of flea symptoms and control methods in goat farms(%)

Çizelge 5. Keçi işletmelerinde pire belirtileri ile piremle mücadele yöntemlerine ait frekans tablosu

Traits	Group	n	%	
In which season of the year are fleas most common?	Summer	19	48.72	
	Autumn	5	12.82	
	Winter	2	5.13	
	Spring	13	33.33	
	Every season	-	-	
What is the age group where fleas are most common?	Adult	22	56.41	
	Young	10	25.64	
	All age	7	17.95	
The area where the flea is seen on the animal's body	Foots	7	17.95	
	Back	9	23.08	
	Ear	2	5.13	
	Barrel	5	12.82	
	Genital organ	1	2.56	
	Udder and its circumference	4	10.26	
	Armpit	5	12.82	
	Whole body	6	15.38	
	Flea symptoms	Itching	7	17.95
		Hair loss	6	15.38
		Lesion	5	12.82
Anaemia		3	7.69	
Lose weight		7	17.95	
Itching and hair loss		8	20.51	
Hair loss +lesion		3	7.69	
Flea control method	Spray	7	17.95	
	Powder	4	10.26	
	Gas or diesel dripping	2	5.13	
	painting board equipment	1	2.56	
	Manure disposal	15	38.46	
	Injection	6	15.38	
	Using multiply methods	4	10.26	
	Deep bath	0	0	
	Does the flea problem reappear after spraying?	Yes	30	76.92
No		9	23.08	
The body colour of the animal with fleas	White	3	7.69	
	Grey	8	20.52	
	Brown	10	25.64	
	Black	13	33.33	
	Every colour	5	12.82	
Body condition of goats in the herd	Bad	16	41.03	
	Moderate	20	51.28	
	Good	3	7.69	
Do you take a deep or foot bath for fleas?	Yes	5	12.82	
	No	32	82.05	
	Sometimes	2	5.13	

problem is also seen in this age group, as young animals are usually taken to graze on the pasture with mature animals. The back of the animal has a prevalence of 23.08% for fleas, making it the most commonly infested area. The feet rank second with 17.95%, and the overall body's incidence rate is 15.38%. Fleas were last seen around the genitals of goats. Itching and hair loss are the most frequent flea symptoms, followed by weakness or weight loss (17.95%) and hair loss (20.51%). To control fleas,

removing manure from the barn was the method most usually employed (38.46%), followed by using liquid pesticides (17.95%). 10.26% of respondents claim to use multiple strategies. Fleas were seen again after the war in a substantial area of the farm (76.92%). The majority of fleas were found on the bodies of black (33.33%) and brown (25.64%) animals. Fleas are present in 12.82% of all animals, regardless of colour. Table 5 of the study contains information on the control of fleas on farms and the answers to the

questions that were posed on this subject. When the flea symptoms and flea control techniques in the farms were assessed in the study, it was discovered that the difference defined in terms of just three criteria was substantial. The following factors are listed in order: the flea problem's worst season of the year, if it returns following the herd's fight against it, the body condition score of the animals in the herd, and finally, whether foot baths are acceptable for the animals.

Manure Management on Farms

The frequency distribution of manure management in goat farms is shown in Table 6. Straw (23.88%) and compacted dirt (25.64%) were the two materials utilised most frequently in the 84.61% of animal shelters that used litter. Other substances used as litter in addition to these are straw (15.38%), burnt

manure (10.26%), concrete (10.26%), and stone (7.69%). The ease of sourcing (30.77%) and cheap cost (53.85) of the trash used as litter in the housings were the main motivating elements. Hand ploughing was the main method of manure collection on 89.74% of livestock farms. Tractor usage came in second with 20.25%. The frequency of removing or cleaning the manure from the residence is expressed as a daily application of 64.10%. It placed second with weekly (28.20%). The final procedure involved seasonal manure removal from the house (2.56%). There is a significant difference in the subjects' answers to questions about whether there is litter material, how the manure is stored in the shelter, what the manure storage method is, and finally how the produced manure is evaluated in the enterprise when the study examines the manure management system.

Table 6. Frequency distribution of manure management in goat farms (%)

Çizelge 6. Keçi işletmelerinde gübre yönetimine ait frekans tablosu

Traits	Group	n	%
Does the shelter have litter material?	Yes	33	84.61
	No	6	15.39
What is used as litter material?	Straw	6	15.38
	Stover	9	23.08
	Sawdust	3	7.69
	Burnt manure	4	10.26
	Soil	10	25.64
	Concrete	4	10.26
	Stone	3	7.69
The reason for choosing the substrate material used	Cheap	21	53.85
	Easy supplying	12	30.77
	The other reasons	6	15.38
Manure collection system/shape in the shelter	With a scraper	35	89.74
	Automatic system	-	-
	By a tractor	4	20.25
Frequency of manure collection in the shelter	Daily	25	64.10
	Weekly	11	28.20
	Monthly	2	5.13
	Seasonal	1	2.56
Manure storage method	Mass (on the soil)	26	66.66
	In an open-top manure pit	9	23.08
	Field/road near	4	10.26
How to evaluate the manure	All selling	30	76.92
	All in the field	2	5.13
	I use it in my field	7	17.95

DISCUSSION

This study looked at the prevalence of fleas and their causes in goat farms in the Bornova area of the province of Izmir. Flea incidence in goat ranches was 89.74%. This percentage is 52.2% on farms with both species (goats and sheep). The results are consistent with those of Kandemir et al. (2015) in the Izmir region, Koyuncu et al. (2006) in the Canakkale region, and the outcomes of the goat farms in the provinces of Taşkın et al., (2017) when the characteristics of

determining the flea problem of the farms are analysed. In their experiment in Sao Paulo, Brazil, Madeira et al. (2000) found higher levels, similar to Abdullahi et al. (2000). As flock sizes grow and housing and pasture conditions deteriorate in livestock properties with a broad production system, as in this study, the incidence of ectoparasites rises significantly (Kusiluka & Kamarage, 1996; Prelezov & Nizamov, 2020). Family-style farms had a higher prevalence of fleas, especially among younger people (33.33%) as

opposed to older people (28.11%). Commercial farms, however, have a greater frequency of fleas in mature animals than comparable family-style farms do. Young animals on family-run farms are more likely to have fleas since they don't take the same care of themselves as adults do (Pegram et al., 2004; Kebede et al., 2021). On the other hand, Lehman (1993) asserted that because of their low, licking/grooming behaviour, animals experience greater parasite issues than adults. It's been said that it happens more frequently when there isn't enough grass and there are harsh weather conditions (Hoskins & Cupp, 1991; Rust, 2017; Dahm et al., 2021). A further factor that makes older or adult animals less susceptible to ectoparasites is that their skin is thicker than that of younger animals. The animal's physiological cycles had no discernible impact on the inquiry. This result contradicts the Fagbemi (1982) study, but it backs up Ogbe's (1998) conclusions. But in contradiction to the study's findings, Makelesh (2010) found that Sertse & Wesson (2007) found that in a study conducted in the Tigray region of Ethiopia, goats have higher ectoparasite burdens than sheep. Fleas are particularly common among ectoparasites in sheep and goats that are pregnant or lactating. Herd management and the immune system's physiological sensitivity are the main contributors to this (Silaghi et al., 2012). In addition to female animals, male animals with ectoparasites significantly contribute to the spread of parasites to the other females in the flocks during the mating season (Davis et al., 2006; Rust, 2016; Akgul et al., 2019; Feyisa, 2021). Regional changes in climatic factors like temperature and humidity are important in this regard since seasonal variations are essential for the growth of ectoparasite populations like fleas (Tavasoli & Rahbari, 1998). Goat breeding makes a considerable economic contribution to the region and the country compared to other animal species (Krasnov, 2008). This is why ectoparasite research should be prioritised, particularly from an epidemiological standpoint, as it is detrimental to both human and animal health. Ectoparasites can cause severe skin damage and cause direct or indirect animal losses in farming operations. This is a very significant concern for goat farms. However, if flock management strategies, such as cleanliness and sanitation, animal welfare, and health-protection practises, are effectively implemented, the harm caused by ectoparasites will be reduced (Akgül et al., 2019; Koseoglu et al., 2021). A flock's breeding system has a significant role in the transmission and maintenance of an ectoparasite infection. Extensive grazing of animals allows for direct contact with animals, which is essential for the transmission of these parasites because the majority of ectoparasites, like lice, cannot survive for long periods away from the host body surface (Shibeshi et al. 2013; Taylor et al., 2007; Feyisa, 2021). According to past research, the

prevalence of ectoparasites was highest in animals that were raised widely (Kusiluka et al., 1995; Sargison, 2020). The low incidence may be explained by the fact that most of the animals were grown in semi-intensive systems and that there was little ectoparasite transfer from grasslands. Flea infestations were not seen in animals kept in concrete sheds, and the ectoparasite burden was remarkably low (8.33%). This discovery supports the findings of Hassan et al., (2011), that ectoparasite occurrence can be decreased with adequate hygiene and a semi-intensive breeding approach. The frequency of ectoparasites, the size of the herd, hygienic conditions, the weather, breeding practices host immunological health, parasite biology, etc. It is reliant on factors such as the host, the environment, and the parasite (Syamsul et al., 2020). Although the sensitivity to age and gender in this experiment was not particularly evident, the prevalence of lice increased. According to Sarkar et al. (2010)'s findings, it was observed in goats. It has been connected to immunosuppression brought on by stress and pregnancy during colostrum feeding (Tavasoli & Rahbari, 1998; Patterson et al., 2015; Soundarajan et al., 2018).

CONCLUSION

Goat breeding has a significant financial impact on the regional and national economy, compared to other animal species. Therefore, ectoparasite research should be prioritised because of its negative effects on both human and animal health. On farms, ectoparasites can cause severe skin damage and direct or indirect animal losses. This is a major problem for farms that export sheep and goat skins. However, if flock management activities including hygiene and sanitation, animal welfare, and health-protection techniques are done well, the damage caused by ectoparasites will be reduced. Identifying ectoparasite species and their hosts will also help in the selection of efficient control measures, which will be very helpful in the treatment of many zoonotic diseases.

Funding

This study was supported by a project given by the Ege University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project number: FGA-2019-20278).

Acknowledgements

This study was supported by a project given by the Ege University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project number: FGA-2019-20278).

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

Statement of Conflict of Interest

The authors have declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Abdullahi, U.S., Egbo, M.I. & Musau, B.S. (2000). A survey of ectoparasites and ectoparasitic condition of small ruminants in Bauchi metropolis and its environs. Proceedings of the 25th Annual Conference of Nigerian Society for Animal Production, Michael Okpara University, *Umudike*, 19 (2), 280 - 281.
- Ajith, Y., Dimri, U., Gopalakrishnan, A. & Devi, G.G. (2017). A study on prevalence and factors associated with ectoparasites in goats of two agro-climatic regions in India. *Journal of Parasite Disease*, 41(3), 739–746.
- Akgül, G., Bilen, K.E., Bilen, Ü. N., Kandemir, Ç. & Taşkın, T. (2019). A Study on the problem of flea and struggle methods in small ruminants: The Case of Sirvan District in Siirt Province. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56 (2), 195-204.
- Ashwini, M.S., Puttalakshamma, G.C., Mamatha, G.S., Ojha, R., Chandranaik B.M., Thimmareddy, P.M., Placid, E.D., Jalali, S.K. & Venkateshan, T. (2017). Studies on the morphology and molecular characterization of oriental cat flea infesting small ruminants by barcoding. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(4), 301–305.
- Dahm, J.R., Burdon Bailey, J.L., Kelly, R., Chikungwa, P, Chulu, J, Costa Junior, L, Freeman, E.J., Meyer, D., Mazari, S. & Sargison, N. (2021). Risk factors associated with Ctenocephalides felis flea infestation of preurban goats: a neglected parasite in an under-appreciated host. *Tropical Animal Health and Production*, <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02620-7>.
- Davis, S., Makundi, R.H., Machang'u, R.S. & Leirs, H. (2006). Demographic and Spatial-temporal variation in the human plague at a persistent focus in Tanzania. *Acta Tropical*, 100(1-2), 133–41.
- Deri, E., Günden, C., Ünal, H.B. & Taşkın, T. (2021). İzmir İli kırsalındaki hayvancılığın çok boyutlu ölçekleme (MDS) ile analizi: Bornova İlçesi örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 59 (2), 375-384.
- Ertuğrul, M., Savaş, T., Dellal, G., Taşkın, T., Koyuncu, M., Cengiz, F., Dağ, B., Koncagül, S. & Pehlivan, E. (2010). Türkiye küçükbaş hayvancılığının iyileştirilmesi. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler*, 11-15 Ocak s: 667-685, Ankara.
- Fagbemi, B.O. (1982). Effect of Ctenocephalides felis and Strongyles infestation on the performance of West African Dwarf goats and sheep. *Veterinary Quality*, 4, 92 – 95.
- Feyisa, T.T. (2021). Abundances of ectoparasite of sheep around West Shoa Zone Gindeberet Woreda. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Sciences*, 4(2), 1092.
- Gracia, M.J., Calvete, C., Estrada, R., Castillo, J.A., Peribanez, M.A. & Lucientes, L. (2012). Survey of flea in cats in Spain. *Medical and Veterinary Entomology*, 27, 175-180.
- Halos, L., Beugnet, F., Cardoso, L., Farkas, R., Franc, M., Guillot, J., Pfister, K. & Wall, R. (2014). Flea control failure? Myths and realities. *Trends Parasitology*, 30, 228–233.
- Hassan, M.M., Hoque, M.A., Islam, S.K.M.A., Khan, S.A., Roy, K. & Banu, Q. (2011). A prevalence of parasites in black Bengal goats in Chittagong Bangladesh. *International Journal of Livestock Production*. 2(4), 40–44.
- Hastriter, M.W. & Bossard, R.L. (2018). Lewis flea (Siphonaptera) world species List. (spreadsheet). Available from: <http://esanetworks.org/group/fleanews/page/flea-species-of-the-world-spread-sheet-updated-3-february-2018> (accessed 14 March 2018).
- Hatami, Z., Laven, R.A., Jafari-Gh., S., Moazez-Lesko, M., Soleimani, P., Jafari-Gh, A., Eila, N., Yadi, J. & Sinafar, M. (2022). factors affecting the perception and practice of Iranian Nomadic and Semi-Nomadic pastoralists regarding biosecurity practices in sheep and goat farms: A Cross-Sectional and Prospective Stud. <https://doi.org/10.3390/ruminants2010003Ruminants>, 2, 54–73..
- Hoskins, I.D. & Cupp E.W. (1991). Ticks and veterinary importance part I. The Ixodidae family, identification, behaviour and associated disease, *Compendium of Continuing Education in Dentistry, ESUC*, 2, 16-37.
- Joseph, S.A. (1981). Studies on the bionomics of Ctenocephalides felis Orientis. *Cheriton*, 10(6), 275-280.
- Kandemir, Ç., Alkan, İ., Yılmaz, H.İ., Ünal, H.B., Taşkın, T., Koşum, N. & Alçiçek, A. (2015). General situation and development opportunities to the geographical locations of small ruminant farms in the Izmir Region. *Journal of Animal Production*, 56(1), 1-17.
- Kandemir, Ç., Taşkın, T., Koşum, N. & Ü. N., C. (2019). Keçi ve koyun yetiştiriciliğinde pirenin önemi ve mücadele şekilleri. *Journal of Animal Production*, 60 (1), 75-88.
- Kebede, B., Moti, W., Getachew T., Gutu, K., Fekadu B., Dagne, G., Dinkdash, J., Yimer, M., Mammedamin, I., Tsegaye, W/Silasse., Garoma, G., Alemnesh, H. & Mesfn, A. (2021). Evaluation of the effectiveness of diazinon for the control of ectoparasites in small ruminants in selected districts of West Shoa, Ethiopia, *Journal of Veterinary Medicine and Research*, 8(2), 1212.
- Koyuncu, E., Pala, A. Savaş, T., Konyalı, A., Ataşoğlu C., Daş, G.İ., Ersoy, E., Uğur, F., Yurtman, İ.Y. & Yurt, H.H. (2006). Technical Analysis of the enterprises registered with the Çanakkale Sheep

- and Goat Association. *Hayvansal Üretim* 47(1), 21-27.
- Köseoğlu, A.E., Can, H., Güvendi, M., Erkunt Alak, S., Kandemir, Ç., Taşkın, T., Demir, S., Akgül, G., Değirmenci Döşkaya, A., Karakavuk, M., Döşkaya, M., Gürüz, A.Y. & Ün, C. (2021). Molecular investigation of bacterial and protozoal pathogens in ticks collected from different hosts in Turkey. *Parasites Vectors*, 14, 270.
- Krasnov B.R. (2008). Functional and evolutionary ecology of fleas, a model for ecological parasitology. Cambridge University Press, New York. 593 pp.
- Kusiluka, L.J.M., Kambarage, D.M., Matthewman, R.W., Daborn, C.J. & Harrison, L.J.S. (1995). Prevalence of ectoparasites of goats in Tanzania. *Journal of Applied Animal Research*, 7: 69-74.
- Kusiluka, L. & Kambarage, D. (1996). Diseases of small ruminants: "Common of Sheep and Goats in Sub-Saharan Africa" A Handbook. Scotland.
- Lappin, M.R. (2018). Update on flea and tick-associated diseases of cats. *Veterinary Parasitology*, 254, 26-29. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.02.2022>.
- Leahy, E., Bronsvort, B., Gamble, L., Gibson, A., Aponda, H., Mayer, D., Mazari, S., Shevell, K. & Sargison, N. (2017). Proof of concept of fecal egg nematode counting as a practical means of veterinary engagement with planned livestock health management in a lower-income country. *Irish Veterinary Journal*, 70, 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13620-017-0094-9>.
- Lehman, J. (1993). Ectoparasite: Direct impact on host fitness. *Veterinary Parasitology*, 9 (1): 8-12.
- Madeira, N.G., Amarante, A.F.T. & Padovani, C.R. (2000). Diversity of ectoparasites in sheep flocks in Sao Paulo, Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 32, 225-232.
- Makelesh, T.B. (2010). Survey on ectoparasite of small ruminant in different agroecological zones of Tigray region. DVM Thesis, Hawassa University, Faculty of Veterinary Medicine, Hawassa, Ethiopia.
- Ogbe, P.O. (1998). Factors affecting the presence and spread of ectoparasites in sheep and goats in the Agbowo area of Ibadan. *Journal of Animal Production*, 5, 23 - 29.
- Patterson, J.E., Neuhaus, P., Kutz, S.J. & Ruckstuhl, K.E. (2015). Patterns of ectoparasites in North American red squirrels (*Tamiasciurus hudsonicus*): sex-biases, seasonality, age, and effects on male body condition. *International Journal of Parasitology Parasites Wildl.* 4(3), 301-306. doi: 10.1016/j.ijppaw.2015.05.002.
- Pegram, R.G., Tatchell, R.J., Castro, J.J., Chizyuka, M.G.B., Greek, M.J., McCusker, P.G., Mora, N.M.C. & Nigrura, G. (2004). Tick control: new concepts. Available at: <http://www.wold.caribvet.net/upload/TickControlNewConceptsWAR2001.pdf>.
- Prelezov, P. & Nizamov, N. (2020). A case of multiple mixed invasions with ectoparasites in goats. *Tradition and Modernity in Veterinary Medicine*, 5-1(8), 73-78.
- Risa, Teresa Dida. (2021). Prevalence of major ectoparasites on goats in and around Ambo Town. *Acta Parasitologica Globalis* 12 (2), 32-40.
- Rust, M.K. (2016). Insecticide resistance in fleas. *Insects* 7, 10. <https://doi.org/10.3390/insects7010010>.
- Rust, K.M. (2017). The biology and ecology of cat fleas and advances in their pest management: a review. *Insects*, 8, 118. <https://doi.org/10.3390/insects8040118>.
- Sargison, N.D. (2020). The critical importance of planned small ruminant livestock health and production in addressing global challenges surrounding food production and poverty alleviation. *New Zealand Veterinary Journal*, 68, 136-144. <https://doi.org/10.1080/00480169.2020.1719373>.
- Sarkar, M., Rahman, S.A., Sarker, B.K., Anisuzzaman, A., Begum, N. & Mondal, M.M.H. (2007). Epidemiology and pathology of ectoparasitic infestations in black Bengal goats in Gaibandha and Mymensingh districts of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 8(1), 41-50.
- Sertse, T. & Wesson, A. (2007). A study on ectoparasite of sheep and goat in the Eastern part of Amhara regions, Northeast Ethiopia. *Small Ruminant Research*, 69, 62-67.
- Sezer, S., Kandemir, Ç., Akgül, G., Karakaya Bilen, E., Taşkın, T. & Ün, C. (2021). A preliminary study to identify flea damages at small ruminant farms in Uşak province. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58 (3), 431-443.
- Shibeshi, B., Bogale, B. & Chanie, M. (2013). Ectoparasite of Small Ruminants in Guto-Gidda District, East Wollega, Western Ethiopia. *APG*, 6, 86-91.
- Silaghi, C., Knaus, M., Rapti, D., Shukullari, E., Pfister, K. & Rehbein, S. (2012). Rickettsia felis and Bartonella spp. in fleas from cats in Albania. *Vector Borne Zoonotic Disease*, 12 (1):76-77.
- Sisay, A., Yilkal, A. & Tolossa, H. (2013). Ectoparasites of sheep and goats in North-West Amhara Regional State, Ethiopia. *Ethiopian Veterinary Journal*, 17(1), 55-67.
- Soundarajan, C., Nagarajan, K. & Prakash M.A. (2018). Occurrence of flea infestation on goats under stall-fed conditions and its control. *Journal of Parasitic Diseases*, 42, 444-448. <https://doi.org/10.1007/s12639-018-1006->
- SPSS, (2020). Statistical Package for The Social Science: Level M, Ver. 22.0 (SPSS Lev. M.22), Chicago: SPSS

- Syamsul, V.S., Okene, I.A.A., Yahya, S.N.C., Hamdan, R.H., Lee, S.H. & Tan, L.P. (2020). Prevalence of ectoparasites on small ruminants in Kelantan, Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 31(1), 45-56.
- Taşkın, T., Koşum, N., Engindeniz, S., Savran, A.F., Aktürk, D., Kesenkaş, H., Uzmay, A. & Gökmen, M. (2017). A study on herd management practices of goat farms in İzmir, Canakkale and Balıkesir Provinces. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(3), 341-349.
- Tavasoli, M. & Rahbari, S. (1998). Seroepidemiological survey of Babesia ovis in sheep of different geographical regions of Iran. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine*, 53, 55-59 (in Persian).
- Taylor, M.A., Coop, R.L. & Wall, R.L. (2007). *Veterinary Parasitology*. 3rd Edition, Blackwell Publishing, Oxford, 717.
- Tesfaheywet, Z., & Simeon. H. (2016). Major ectoparasites of small ruminants in Bench Maji Zone, southern Ethiopia. <https://www.researchgate.net/publication/299514479>.
- Tosun, D. & Demirbaş, N. (2012). "Türkiye'de hayvancılık ihtisas organize sanayi bölgelerinin gelişimi ve konunun büyükbaş hayvancılık sektörünün sorunları açısından değerlendirilmesi." 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 5-7 Eylül 2012, Konya, 182-190.
- Unat, E.K., Yücel, A., Altaş, K. & Samastı, M. (1995). Pireler ve Parazitlikleri. Unat'ın Tıp Parazitolojisi. Doyuran Matbaası, İstanbul, p. 157-164.
- Ünal, H.B., Deri, E. & Esetlili, M.T. (2020). İzmir-Bornova kırsalındaki hayvancılığın sürdürülebilirliğini geliştirme olanaklarının araştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (1), 29-35. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.644130>.
- Yacob, H.T. (2013). Ectoparasites: a threat to Ethiopian small ruminant population and tanning industry: a review. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 6(1), 25-33. doi: 10.5897/jvmah2013.0253.
- Yakhchali, M. & Hosseine, A. (2006). Prevalence and ectoparasites fauna of sheep and goats flocks in Urmia suburb, Iran. *Veterinarski Arhiv*, 76 (5), 431-442.
- Yeruham, I., Rosen, S. & Braverman, Y. (1996). Ctenocephalides felis flea infestation in horses. *Veterian Parasitology*, 62(3-4), 341-343.
- Yeruham, I., Rosen, S. & Perl, S. (1997). An Apparent flea-allergy dermatitis in kids and lambs. *Zentralbl Veterinarmed*, 44(7), 391-397.
- Yeruham, I., Rosen, S., Hadani, A. & Braverman Y. (1999). Arthropod parasites of Nubian ibexes (Capra ibex nubiana) and gazelles (Gazella gazella) in Israel. *Veterinary Parasitology*, 83, 167-173. PMID: 9360467.
- Yılmaz, A.B., Denizhan, V. & Göz, Y. (2017). Van İli Erciş ilçesi kıl keçilerinde bulunan bit (mallophaga, anoplura) ve pire (Siphonaptera) türleri. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 10(2), 138-143.



Düzce Bal Arısı Populasyonlarında Morfometrik ve mtDNA Çeşitliliği Üzerine Arıcılığın Etkileri

Songül BİR¹, Meral KEKEÇOĞLU^{2,3}

^{1,2}Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji ABD, 81620-Konuralp Yerleşkesi, Düzce/Türkiye, ³Düzce Üniversitesi, Arıcılık Araştırma Geliştirme ve Uygulama Merkezi (DAGEM), 81620-Konuralp Yerleşkesi, Düzce/Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-4116-4138>, ²<https://orcid.org/0000-0002-2564-8343>

✉: meralkekeceoglu@duzce.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Düzce bal arısı biyoçeşitliliği morfometrik, mitokondriyal DNA'nın beş farklı gen bölgesinin restriksiyon fragment uzunluk polimorfizmi ve dizi analizi ile incelenmiştir. Düzce ilinin sekiz ilçesinde birbirinden uzak arılıklardaki kolonilerden 1440 işçi bal arısı örneği toplanmıştır. İşçi arılarda dil, bacak ve ön kanat uzunluklarına ilişkin on iki morfometrik karakter ölçülmüştür. Genetik değerlendirme için mitokondriyal DNA'nın CoxI-CoxII, 16srDNA, ND5, Cytb ve CoxI gen bölgeleri çoğaltılarak on dokuz farklı kesim profiline göre analiz edilmiştir. Protein kodlamayan CoxI-CoxII geni *DraI*, *XbaI* ve *HinfI* enzimleri ile test edilmiş ve sırasıyla iki ve üç farklı haplotip ortaya çıkmıştır. mtDNA'nın CoxI gen bölgesinin *SspI*, *XhoI*, *HinfI* ve *DraI* kesim sonucunda hiçbir farklılık bulunmamıştır. 16srDNA'nın *HincII* and *SspI* kesim sonucu iki farklı kesim profili ortaya çıkmıştır. Cytb, *DraI* enzimi ile iki farklı kesim profili ortaya çıkarmıştır. ND5 gen bölgesinin, *SspI*, *DraI* ve *HincII* enzimleri ile kesim sonuçları herhangi bir varyasyon göstermemiştir. RFLP sonucu farklılık gösteren bazı örneklerin her bir mitokondriyal DNA gen bölgesi için dizi analizi yapılmıştır. Sonuç olarak, morfometrik ve genetik analiz, birbirleriyle uyumlu bir varyasyon ortaya çıkarmıştır. Beklenmedik bir şekilde ana arı ticareti nedeniyle yerli haplotipleri bozan genetik introgresyon belirlenmiştir. Yerli genetik kaynakların korunması için yabancı alt türlerin girişini durduracak önlemler alınmalıdır.

Zooloji

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 21.10.2022

Kabul Tarihi : 04.01.2023

Anahtar Kelimeler

Bal arısı

Morfometri

mtDNA

PCR-RFLP

Sekans

Morphometric and mtDNA Variability Reveals Beekeeping Influences on Duzce Honeybee Populations

ABSTRACT

In this study, the variability of Düzce honey bee populations using morphometric, restriction fragment length polymorphism and sequence analysis of five different regions of mitochondrial DNA were studied. 1440 worker honey bee samples were collected from colonies in distant apiaries located eight district of Düzce provinces. Worker bees were dissected and twelve morphometric characters related to length of proboscis, legs and front wings of samples were measured. A mitochondrial DNA fragment containing non-coding CoxI-CoxII, 16srDNA, ND5, Cytb and CoxI regions were amplified and analyzed with nineteen different restriction endonuclease enzymes. Non-coding CoxI-CoxII gene was digested by *DraI*, *XbaI* ve *HinfI* enzymes and revealed two and three different haplotypes with these enzymes respectively. There were no variation in *SspI*, *XhoI*, *HinfI* and *DraI* restriction pattern of CoxI gene region of mtDNA. 16srDNA with *HincII* and *SspI* revealed two different types for each enzymes. Cytb was revealed two types of patterns with *DraI*, although ND5 gene revealed no variation for *SspI*, *DraI* ve *HincII* enzymes. Some samples, which were shown variation by RFLP were subjected to sequence analysis for each mitochondrial DNA fargment. Consequently genetic analysis revealed a compatible variation with morphometric analysis. Surprisingly, genetic introgression to common and unique haplotypes was determined due to foreign queen bee

Zoology

Research Article

Article History

Received : 21.10.2022

Accepted : 04.01.2023

Keywords

Honey bee

Morphometry

mtDNA

PCR-RFLP

Sequencing

trading. Preventions should be taken to stop the introduction of foregion subspecies to protect native genetic resources.

Atf Şekli: Bir, S., & Kekeçoğlu, M., (2023) Düzce Bal Arısı Populasyonlarında Morfometrik ve mtDNA Çeşitliliği Üzerine Arıcılığın Etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 26(4), 938-951. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.1192702>
To Cite : Bir, S., & Kekeçoğlu, M., (2023). Morphometric and mtDNA Variability Reveals Beekeeping Influences on Duzce Honeybee Populations. *KSU J. Agric Nat* 26(4), 938-951. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.1192702>

GİRİŞ

Dünyada tanımlanmış 29 bal arısı alt türü olduğu bildirilmektedir. Bu alt türlerden beşinin doğal olarak Türkiye’de bulunduğu idda edilmektedir (Ruttner 1988, 1992; Sheppard & Meixner, 2003; Arias & Sheppard, 2005; Meixner ve ark., 2011; Rahimi ve ark., 2017). Anadolu’da doğal olarak dağılışı gösteren bal arısı alt türlerini tanımlamak için yapılan ilk bilimsel çalışmalar standart morfometrik yöntemlere dayanılarak yapılmıştır (Bodeheimer, 1941; Maa, 1953; Settari, 1983; Ruttner, 1988). Bu çalışmalarda kanat, dil ve diğer ağız aparatlarının uzunluğu, tergit ve bacak segmentlerinin uzunluk ve genişlik oranları, kanat damar indeksleri gibi birçok morfolojik karakterler kullanılmıştır (Bodenheimer, 1941; Ruttner, 1988; Karacaoğlu & Fıratlı 1998; Gençer & Fıratlı, 1999; Güler & Kaftanoğlu, 1999a, b, c; Kandemir ve ark., 2000; Güler, 2000; Güler ve ark., 2002; Güler & Bek 2002; Sıralı ve ark. 2003; Kandemir ve ark., 2005; Kekeçoğlu, 2007; Güler & Toy, 2008; Kekeçoğlu & Soysal, 2010; Güler ve ark., 2010; Güler ve ark., 2013; Koca & Kandemir, 2013; Çakmak ve ark., 2014). Ancak morfometrik verilerin çevresel faktörlerden etkilenmesi nedeniyle bal arısı biyoçeşitliliği ile ilgili çalışmalarında mtDNA çalışmalarına da ağırlık verilmiştir. mtDNA’nın yavaş evrimleşen gen bölgelerine sahip olması filogenetik çalışmalarda daha güvenilir sonuçlar vermesi ve özellikle arı kolonisinde tüm işçi arıların mitekondriyal kalıtımı kovandaki tek bir anadan alması arı biyoçeşitliliği çalışmalarında daha fazla tercih edilmesine neden olmuştur.

Türkiye coğrafi konumu itibari ile Avrupa ve Asya kıtaları arasında köprü vazifesi görmektedir. Ayrıca sahip olduğu değişken yeryüzü şekilleri (ovalar, sıradağlar, sulak alanlar vb.) bölgelere bağlı olarak değişen farklı iklim yapısı ve zengin bitki florası nedeniyle bal arısı biyolojik çeşitliliği bakımından oldukça avantajlı konumdadır (Atalay, 1987, 2002). Bu avantajı nedeniyle Türkiye’de doğal olarak beş farklı arı ırkı (*Apis mellifera anatoliaca*, *Apis mellifera syriaca*, *Apis mellifera caucasica*, *Apis mellifera carnica* ve *Apis mellifera meda*)’nın dağılışı gösterdiği bildirilmektedir. Bunların yanı sıra bal arılarının buldukları çevreye ve floraya gösterdikleri uyumsal açılımlara bağlı olarak kimi özellikler bakımından farklılaşmış yöresel ekotipler (Muğla, Efe, Trakya ve Yığılca)’de bulunmaktadır. Bu ekotipler kimi morfolojik, fizyolojik ve davranış özellikleri

bakımından farklılıklar göstermektedirler (Doğaroğlu, 1981; Ruttner, 1988; Akyol & Kaftanoğlu, 2001; Kekeçoğlu, 2010; Gösterit ve ark., 2012a; Gösterit ve ark., 2016). Muğla ekotipi eylül ayında çam balına göre adaptasyon sağlama davranışı ile diğer ekotiplerden ayrılırken, Trakya bal arısı (*A. m. carnica*) gri, koyu renkli, soğuk iklime şartlarına uyum yeteneği yüksek, uysal bir arı olarak tanımlanmaktadır (Ruttner, 1988; Cengiz ve ark., 2018). Trakya ekotipi nispeten küçük bir işçi arı grubuyla kışı geçirebilme kabiliyetine sahiptir (Pollmann, 1889; Lauer, 1973). Düzce/Yığılca bal arısının, yerel olarak farklılaşmış ve Karadeniz Bölgesi’ne adapte olmuş, iri boyutları, kanat ve bacak uzunlukları ile diğer bal arılarından ayrıldığı bildirilmektedir. Bu bal arısı ayrıca *A. m. anatoliaca* ve *A. m. caucasica* hibritlerinden daha fazla bal üretim kapasitesine sahiptir (Gösterit ve ark., 2012a, b; Güler ve ark., 2013). Düzce/Yığılca arısının, erken ilkbaharda ana nektar akışından önce daha fazla yumurta atarak ve nektar akım döneminde *A. m. anatoliaca* ve *A. m. caucasica* melezlerinden daha fazla işçi popülasyonuna ulaştığı bildirilmiştir (Gösterit ve ark., 2012b). Ayrıca Kekeçoğlu ve ark. (2020) Yığılca bal arısı ekotipinin Türkiye’deki diğer bal arısı ırklarından daha yüksek propolis toplama kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir. Tüm bu sayılan özellikler arıcılık sektörü için birçok avantaj sağlayabilir. Bu nedenle Anadolu bal arılarının gen havuzlarının korunması için yerli bal arısı ırkları ve belirli farklılıklar içeren ekotiplerin acilen tespit edilip koruma altına alınması gerekmektedir.

Düzce bal arısı ile yapılan ilk bilimsel çalışmalarda kanat ve bacak uzunlukları bakımından Türkiye’de bulunan bal arısı ırklarından daha yüksek değerlere sahip olduğu (Kekeçoğlu, 2007) Batı Karadeniz Bölgesi bal arılarına oranla ise en kısa dil uzunluğuna sahip bal arısı olduğu bildirilmiştir (Kekeçoğlu, 2010). Araştırmacılara göre Düzce ili bal arısı popülasyonu morfometrik özellikler bakımından *A. m. anatoliaca*’nın lokal ekotipidir (Kekeçoğlu, 2010; Kekeçoğlu ve Soysal 2010). Güler ve ark. (2013) ise morfolojik yapı yönünden Anadolu arısından (*A. m. anatoliaca*) ziyade daha çok Ege ve Gökçeada arıları ile benzerlik taşıdıklarını bildirmişlerdir.

Orman gülü kestane ağırlıklı bitki florası ve bu floraya uyum sağlamış Yığılca ekotipi ile öne çıkan Düzce ili arı popülasyonu ile ilgili çalışmalarda Düzce bal arısının genetik, morfolojik ve davranış özellikleri bakımından birçok farklılıklar gösterdiğine dair

sonuçlar elde edilmiştir (Kekeçoğlu ve ark., 2007, 2009; Gösterit ve ark., 2012a,b; Tozkar, 2020; Karabağ ve ark., 2020; Bir & Kekeçoğlu, 2021). Ancak bu çalışmalarda yapılan örneklemeler Düzce genelinden ziyade Yığılca ilçesi ve az sayıda örnek ile sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada Düzce ilinin tüm ilçelerini kapsayacak şekilde örneklemeler yapılarak Yığılca ilçesi bal arısı popülasyonu Düzce geneli ile karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda Düzce ili arı biyoçeşitliliği hem morfometrik (kanat uzunluğu ve genişliği, bacak segmentlerinin uzunluk ve genişliği ve dil uzunluğu) hem de mtDNA'nın beş ayrı gen bölgesi (CoxI-CoxII, 16srDNA, ND5, Cytb and CoxI) bakımından ayrıntılı olarak ilk kez bu çalışmada ele alınmıştır. Düzce ili Yığılca ilçesinden toplanan bal arısı örnekleri Türkiye'nin birçok ilinden toplanan örnekler ile karşılaştırmalı olarak çalışılmış ancak Düzce ilinin bütün ilçelerini temsil eden bal arısı örnekleri ile hiç karşılaştırılmamıştır. Bu çalışmanın amacı Yığılca bal arısının Düzce genelinden farklılığı

ve son günlerdeki kontrolsüz arıcılık faaliyetlerinden etkilenip etkilenmediğini ortaya koymaktır.

MATERYAL ve METOD

metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni. Makale metni.

Makale metni. Makale metni (Ağaroğlu, 1995; Karasakal, 2000).

Örneklemeye Yöntemi

Düzce il merkezi ve ilçelerinden (Gölyaka, Akçakoca, Çilimli, Gümüşova, Yığılca, Kaynaşlı ve Cumayeri) her bir arılıktan 3'er koloni olacak şekilde toplam 72 koloniden ve her koloniden 20 işçi arı örneği alınmıştır. İşçi arı örnekleri % 96'lık alkol içerisinde laboratuvara getirilerek örnekler +4 derecede muhafaza edilmiştir. Örneklerin alındığı ilçeler Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Örneklemeye yapılan ilçelerin harita üzerinde gösterilmesi.
Figure 1. Display of the sampled counties on the map.

Morfometrik Analizler

Her koloniden 20 örnek, toplam 1440 (72x20) örneğin dil, kanat ve bacak organlarının preparatları hazırlanarak mikroskop altında resimleri çekilmiştir. Her bir resim üzerinde dil, kanat ve bacak uzunluklarının ölçümü BABp220 paket programı ile "mm" cinsinden otomatik olarak yapılmıştır.

İstatistik Analizler

Koloni ortalamaları ve bireysel verilere göre veri dosyaları hazırlanarak SPSS.15 paket programında Diskriminant Fonksiyon Analizi (DFA) ile popülasyonların birbirleri ile ilişkileri değerlendirilmiştir. Aynı zamanda SPSS paket programında tek değişkenli varyans analizi (ANOVA) yapılarak popülasyonları ayırmada hangi karakterlerin önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca mahalanobis uzaklığı (D2) hesaplanarak UPGMA (Sneath & Sokal 1973) dendogramı çizilmiştir.

Laboratuvar analizleri

DNA izolasyonu:

Her koloniyi temsilen bir işçi arı örneği olacak şekilde toplamda 72 işçi arı örneğinden DNA izolasyonu ticari DNA izolasyon kiti; Tissue&Bakterial DNA purification kit cat no: E3551-01 Lot No: F/240918 kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen DNA örneklerinin konsantrasyonu ve saflığı (A260/A280 oranının 1.8 ile karşılaştırılması) colibri UV-VIS Spectrophotometre (colibri-e-2013-10, TITERTEK BERTHOLD)'de belirlendi ve miktarı belirlenen DNA'lar -18 °C'de muhafaza edilmiştir.

PCR ve RFLP çalışmaları:

Bu çalışma için PCR reaksiyon bileşenlerinin optimizasyonu Grisp Xpert FAsT Hotstart Mastermix (2X) with dye. Ref no:GE45. 5001 Lot No: 75E331501A nolu PCR kitinin protokolüne göre yapılmıştır. Bu araştırmada, mtDNA'nın beş gen bölgesinin polimeraz

zincir reaksiyonu (PCR) ile çoğaltılması için kullanılan primerlerin baz dizileri, bağlanma sıcaklıkları ve kesim enzimleri Çizelge 1’de verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Morfometri sonuçları

Düzce ilinin 7 ilçesi ve merkezinden tesadüf olarak seçilen 24 arılıktan toplanan işçi arı örneklerinin kanat, dil ve bacak uzunluklarına ilişkin 7 morfometrik karakterin tanımlayıcı istatistikleri (genel ortalamaları, standart hataları, minimum ve maksimum değerleri) Çizelge 2’ de verilmiştir. Kanat, dil ve bacak uzunluklarının değerleri ilçeler bazında incelendiğinde kanat uzunluğu (KU) için en yüksek

değer Akçakoca (9,26) en düşük değer Cumayeri ve Merkez (9,04)’de, kanat genişliği (KG) için en yüksek değer Gümüşova ve Yığılca (3,23) en düşük değer Akçakoca (3,14)’da, dil uzunluğu (DU) için en yüksek değer Yığılca (2,62) en düşük değer Gümüşova (6,44)’da, femur uzunluğu (FU) için en yüksek değer Çilimli (2,61) en düşük değer Gölyaka ve Merkez (2,48)’de, tibia uzunluğu (TU) için en yüksek değer Kaynaşlı (2,96) en düşük değer Gölyaka (2,87)’da, basitarsus uzunluğu (BU) için en yüksek değer Akçakoca ve Gölyaka (2,02)’da en düşük değer Merkez (1,97)’de, basitarsus genişliği (BG) için en yüksek değer Akçakoca (1,20) en düşük değer Cumayeri (1,12)’inde belirlenmiştir.

Çizelge 1. PCR için kullanılan primerler, baz dizileri, bağlanma sıcaklıkları ve kesim enzimleri.

Table 1. Primers, base sequences, coupling temperatures and cleavage enzymes used for PCR.

Primer	Dizi	Literatür	Bağlanma sıcaklığı	Kesim Enzimi
COI-COII İntergenik Bölge	F: 5'- TCT ATA CCA CGA CGT TAT TC -3'	Smith ve ark. 1997	52	DraI, XbaI ve Hinfl
	R: 5'- CCA GTA GTT ACT ATA ACT AG -3'			
COI	F: 5'- AAT CTG GAT AGT CTG AAT AA -3'	Nielsen ve ark. 1994, 1999	58	SspI, XhoI, Hinfl ve DraI
	R: 5'- GAT TAC TTC CTC CCT CAT TA -3'			
16s rDNA	F: 5'- CAA CAT CGA GGT CGC AAA CAT C -3'	Nielsen ve ark. 1994, 1999	58	SspI, SmaI, DraI, EcoRI ve HinçII
	R: 5'- GTA CCT TTT GTA TCA GGG TTG A -3'			
ND5	F: 5'- TCG AAA TGA ATA GGA TAC AG -3'	Bouga ve ark. 2005	50	HinçII, DraI ve SspI
	R:5'- GGT TGA GAT GGT TTA GGA TT -3'			
Cytb	F: 5'- TAT GTA CTA CCA TGA GGA CAA ATA TC-3'	Croizer ve ark. 1991	58	BgIII, ClaI, Hinfl ve DraI
	R: 5'-ATT ACA CCT CCT AAT TTA TTA GGA AT -3'			

Çizelge 2. Ön kanat, dil ve bacak uzunluklarının(mm) ilçeler bazında ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri.

Table 2. Average, standard error, minimum and maximum values of front wing, tongue and leg lengths (mm) on the basis of districts.

İLÇE	Sıra no	N	KU	KG	DU	FU	TU	BU	BG
			X ± Sx (Min.-Max.)	X ± Sx (Min.-Max.)	X ± Sx (Min.-Max.)	X ± Sx (Min.-Max.)	X ± Sx (Min.-Max.)	X ± Sx (Min.-Max.)	X ± Sx (Min.-Max.)
Akçakoca	1	9	9.26±0.08 (9.14-9.37)	3.14±0.04 (3.07-3.18)	6.57±0.02 (6.48-6.68)	2.59±0.01 (2.55-2.65)	2.93±0.01 (2.87-2.99)	2.02±0.01 (1.95-2.07)	1.20±0.01 (1.14-1.23)
	Cumayeri	2	9	9.04±0.15 (8.72-9.28)	3.17±0.06 (3.05-3.26)	6.49±0.02 (6.38-6.61)	2.49±0.01 (2.46-2.52)	2.88±0.01 (2.82-2.91)	1.99±0.01 (1.94-2.05)
Çilimli		3	9	9.05±0.07 (8.88-9.12)	3.18±0.03 (3.13-3.21)	6.53±0.02 (6.43-6.58)	2.61±0.05 (2.46-2.99)	2.89±0.04 (2.63-3.01)	2.00±0.01 (1.96-2.06)
	Gölyaka	4	9	9.09±0.09 (8.97-9.26)	3.17±0.06 (3.06-3.23)	6.52±0.02 (6.46-6.63)	2.48±0.01 (2.46-2.51)	2.87±0.01 (2.83-2.91)	2.02±0.01 (1.97-2.07)
Gümüşova		5	9	9.03±0.17 (8.69-9.24)	3.23±0.11 (3.12-3.47)	6.44±0.01 (6.38-6.53)	2.52±0.01 (2.49-2.58)	2.90±0.01 (2.86-2.95)	1.98±0.01 (1.95-2.02)
	Kaynaşlı	6	9	9.13±0.1 (8.95-9.29)	3.20±0.06 (3.11-3.32)	6.55±0.02 (6.45-6.67)	2.50±0.01 (2.47-2.54)	2.96±0.02 (2.87-3.06)	2.00±0.01 (1.94-2.05)
Merkez		7	9	9.04±0.12 (8.85-9.19)	3.16±0.04 (3.11-3.24)	6.50±0.02 (6.40-6.56)	2.48±0.01 (2.45-2.50)	2.91±0.01 (2.86-2.94)	1.97±0.01 (1.94-2.01)
	Yığılca	8	9	9.21±0.07 (9.08-9.31)	3.23±0.04 (3.19-3.30)	6.62±0.01 (6.58-6.69)	2.50±0.01 (2.47-2.53)	2.91±0.01 (2.83-2.95)	1.98±0.01 (1.94-2.02)
Total			72	9.11±0.13 (8.69-9.37)	3.19±0.06 (3.05-3.47)	6.52±0.01 (6.38-6.69)	2.52±0.01 (2.45-2.99)	2.91±0.01 (2.63-3.06)	2.00±0.00 (1.94-2.07)

Düzce merkez ve 7 ilçeye ait bal arısı popülasyonlarının ayırımı yapmak için 7 morfometrik karakter (DU, FU, TU, BU, BG, KU ve KG) kullanıldı. Bu karakterlere göre popülasyonların sınıflandırılmalarını sağlayan 7 diskriminant fonksiyonu belirlendi. Hem bireysel veriler hem de koloni ortalamaları için analize giren fonksiyon sayıları, bu fonksiyonların önem düzeyleri, öz değerleri (eigen), varyasyon yüzdeleri (%), kümülatif değerleri

(%), kanonik korelasyon değerleri, Wilk's Lambda ve ki-kare değerleri Çizelge 3' de verilmiştir. Koloni ortalamaları için ilk iki fonksiyon toplam varyasyonun %70,9'unu açıklarken bireysel veriler için ise ilk iki fonksiyon toplam varyasyonun %79,0'unu açıklamaktadır. Bireysel veriler için ilk iki fonksiyonu oluşturan DU ve FU karakterleri ve koloni ortalamaları için ilk iki fonksiyonu oluşturan DU, popülasyonları ayırmada çok önemli karakterler olarak bulunmuştur.

Çizelge 3. Standart morfometrik karakterlerin il popülasyonları düzeyinde koloni ortalamaları(a) ve bireylere(b) göre belirlenen fonksiyon sayıları ve bu fonksiyonları ifade eden değerler.

Table 3. Colony averages of standard morphometric characters at the level of provincial populations (a) and the number of functions determined according to individuals (b) and the values expressing these functions.

Fonksiyon sayısı	Özdeğer	Varyasyon değeri (%)	Kümülatif değeri (%)	Kanonikal korelasyon	Wilks' Lambda	Ki-kare	df	Önem düzeyi (P)
1a	1.807	45.8	45.8	.802	.067	171.910	49	.000
1b	.315	43.2	43.2	.489	.519	939.142	49	.000
2a	.991	25.1	70.9	.706	.187	106.364	36	.000
2b	.262	35.9	79.0	.456	.682	547.038	36	.000
3a	.574	14.5	85.4	.604	.373	62.621	25	.000
3b	.065	8.8	87.9	.246	.861	213.951	25	.000
4a	.241	6.1	91.5	.441	.587	33.834	16	.006
4b	.049	6.7	94.6	.216	.917	124.346	16	.000
5a	.168	4.3	95.7	.380	.728	20.123	9	.017
5b	.026	3.5	98.1	.159	.962	56.137	9	.000
6a	.087	2.2	97.9	.282	.851	10.241	4	.037
6b	.011	1.5	99.6	.103	.986	19.609	4	.001
7a	.81	2.1	100.0	.274	.925	4.962	1	.026
7b	.003	.4	100.0	.055	.997	4.375	1	.036

Düzce ili merkezi ve 7 ilçesinden alınan bal arısı örneklerinin iki boyutlu ortamda dağılımını incelemek amacıyla hem koloni ortalamalarına göre hem de bireysel verilere göre ilk iki diskriminant fonksiyon alınarak iki boyutlu serpilme diyagramı çizilmiştir (Şekil 1 A-B). Koloni ortalamalarına göre çizilen iki boyutlu serpilme diyagramı üzerinde tüm ilçelerin grup merkezlerinin birbirinden ayrıldığı gözlemlendi. Gölyaka ve Akçakoca ilçelerine ait işçi arı örneklerinin diğer ilçelere nispeten kendi grup merkezleri etrafında toplandıkları tespit edilmiştir. Diğer ilçelere ait örnekler ise birbirleri ile iç içe geçmiş halde konumlanmıştır (Şekil 2. A). Bireysel verilere göre çizilen iki boyutlu serpilme diyagramında ise Merkez, Çilimli, Gölyaka ve Kaynaşlı ilçelerinin grup merkezleri çakışırken Gümüşova ve Yığılca ilçeleri yakın kümelenmiş, dolayısıyla grup üyeleri iç içe geçmiştir. Akçakoca ve Cumayeri ilçelerinin grup merkezleri birbirlerinden ve diğer ilçelerden ayrılmış, Cumayeri ilçesinin bireylerinin bir kısmı grup merkezinden ve diğer grupların üyelerinden uzakta kümelenmiştir (Şekil 2. B).

Koloni ortalamaları baz alınarak popülasyonlar arasındaki Mahalanobis uzaklıklarına göre

oluşturulan UPGMA dendrogramında ise; iki ana kol oluştu. İlk ana kolda Akçakoca, Kaynaşlı, Yığılca ve Çilimli birlikte bir grup oluştururken ikinci kolda Cumayeri, Merkez, Gümüşova ve Gölyaka birlikte gruplanmıştır (Şekil 3).

Popülasyonları temsil eden grupların koloni ortalamaları ve bireysel verileri dikkate alınarak 7 morfolojik karaktere göre ANOVA ile karşılaştırıldığında en az bir karakter bakımından tüm ilçelerin birbirinden farklılığı önemli bulunmuştur (P<0.05). Koloni ortalamaları dikkate alındığında DU ve BG karakterleri bakımından Akçakoca, DU karakteri bakımından ise Yığılca, merkez ve diğer ilçelerden ayrılmıştır.

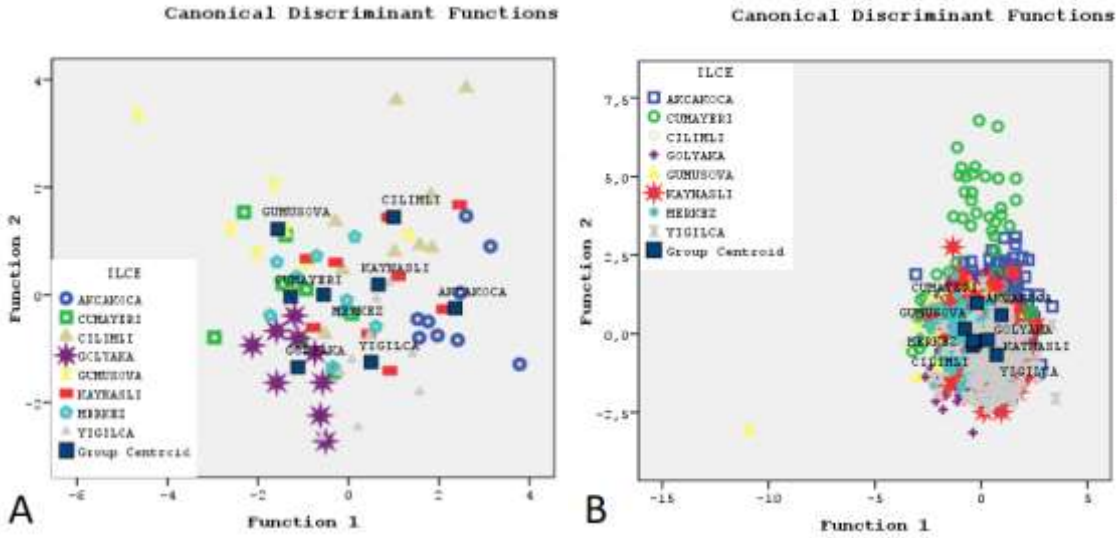
PCR/RFLP Sonuçları

mtDNA/CoxI-CoxII (İntergenik) Gen Bölgesinin *DraI*, *XbaI* ve *HinfI* Restriksiyon Endonükleaz Enzimleri ile Kesim Örüntüsü

CoxI-CoxII/*XbaI* restriksiyon endonükleaz enziminin kesim sonucuna göre 2 tip görülmüştür. Tip 1(653 ve 195bp) örneklerin çoğunluğunda görülürken 115. nükleotidde meydana gelen C-T yönünde mutasyon

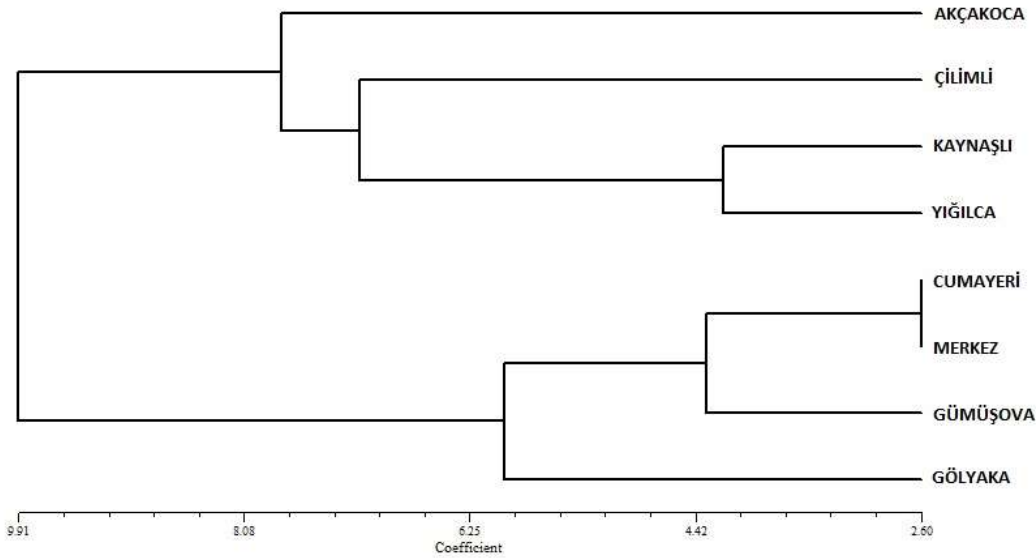
nedeniyle oluşan tip 2 (652, 114 ve 81bp) sadece Cumayeri ve Çilimli ilçelerinin birer örneğinde

görülmüştür (Şekil 4).



Şekil 2. (A) Koloni ortalamalarına göre popülasyonların iki boyutlu saçılım grafiği (B) Bireysel verilere göre popülasyonların iki boyutlu saçılım grafiği.

Figure 2. (A) Two-dimensional scatterplot of populations according to colony means (B) Two-dimensional scatterplot of populations according to individual data.



Şekil 3. Yedi morfometrik karaktere göre oluşturulan UPGMA fenogramı.

Figure 3. UPGMA phenogram generated according to seven morphometric characters.

CoxI-CoxII/*Hinf*I enziminin kesimi sonucunda örneklerin çoğunda tip 1(289, 268, 239, 31 ve 20 bp) görülürken 543. nükleotid C-T yönünde transizyon tipi mutasyon nedeniyle Akçakoca'nın 1 örneği Gümüşova'nın 6 örneği ve merkezin 2 örneğinde tip 2 (289, 268, 260 ve 31 bp) görülmüştür (Şekil 4b).

CoxI-CoxII/*Dra*I kesim sonucuna göre 3 tip belirlendi. Örneklerin çoğunluğunda 6 kesim bölgesi 7 bant (423, 150, 89, 75, 64, 41 ve 6 bp) bulunan tip 1 profili görülürken sadece Cumayeri ilçesinin bir örneğinde 436, bazda meydana gelen C-T yönünde meydana gelen mutasyon ile 7 kesim bölgesi 8 bant (411, 150, 89, 75, 64, 40, 12 ve 6 bp) bulunan tip 2 profili ve

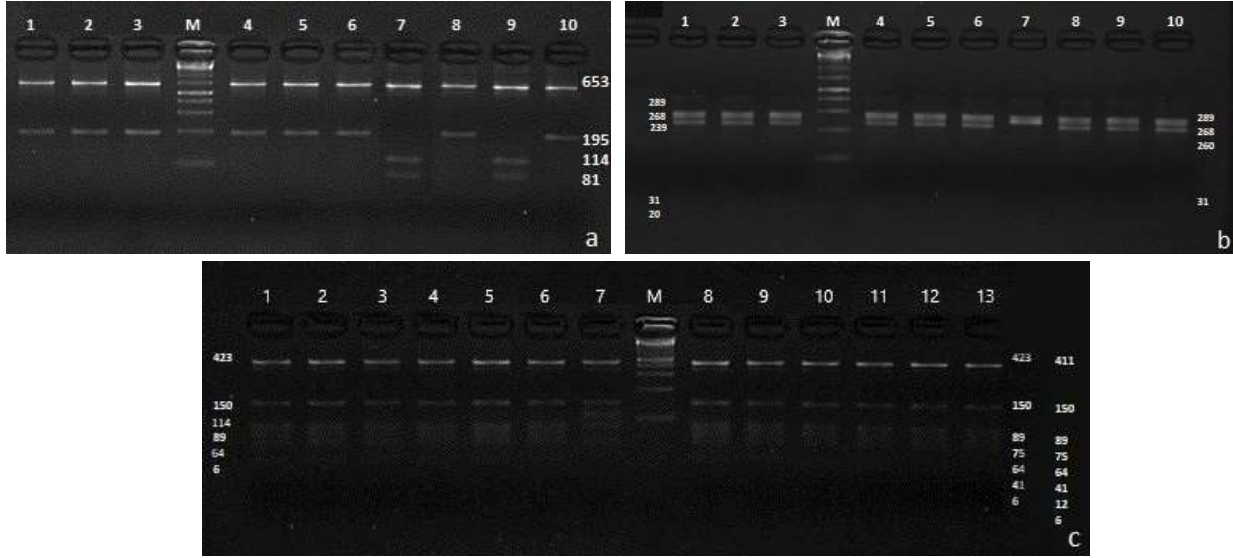
Çilimli ilçesinin bir örneğinde 321. bç'de delesyon (A delesyonu) görüldü ve 5 kesim bölgesi 6 bant (423, 150, 114, 89, 64 ve 6 bp) oluşumu ile tip 3 profili görülmüştür (Şekil 4c).

mtDNA / CoxI Gen Bölgesinin *Ssp*I, *Xho*I, *Hinf*I ve *Dra*I Restriksiyon Endonükleaz Enzimleri İle Kesim Örüntüsü

mtDNA'nın CoxI gen bölgesi 3 farklı restriksiyon endonükleaz enzimi (*Ssp*I, *Xho*I ve *Dra*I) ile kesildi. CoxI/*Ssp*I, *Xho*I, *Hinf*I ve *Dra*I kesim profili bakımından örnekler arasında farklılık gözlenmemiştir. COI/*Ssp*I kesiminde 4 kesim bölgesi,

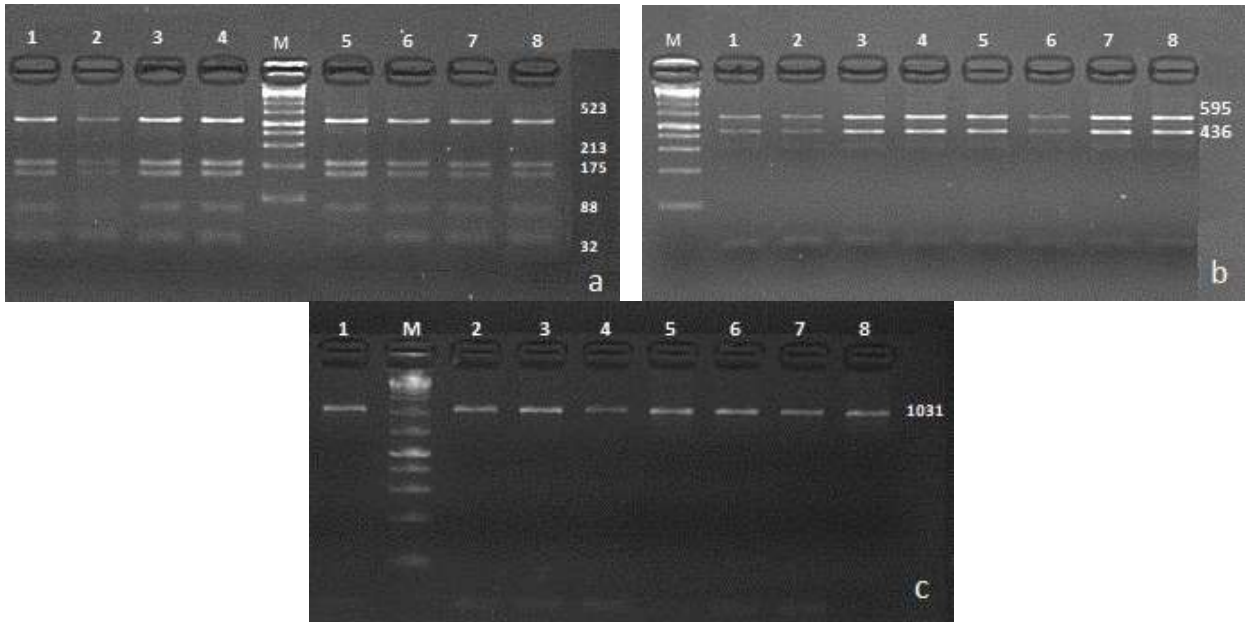
5 bant (523, 213, 175, 88 ve 32bp), *CoxI/XhoI* kesiminde 1 kesim bölgesi, 2 bant (595 ve 436 bp) bulunmuştur (Şekil 5a,b). *CoxI/DraI* ve *HinfI* restriksiyon

endonükleaz enzimlerine ilişkin kesim bölgesine rastlanmamıştır (Şekil 5c).



Şekil 4, a) *CoxI-CoxII/XbaI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka, 3 Yığılca, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 merkez, 7-8 Cumayeri ve 9-10 Çilimli; b) *CoxI-CoxII/HinfI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka, 3 Yığılca, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 merkez, 7-8 Gümüova ve 9-10 Çilimli; c) *CoxI-CoxII/DraI*: 1-2 Gümüşova, 3-4 Akçakoca, 5-6 Gölyaka, 7-8 Çilimli, 8-9 Cumayeri, 10 merkez, 11-12 Yığılca ve 13 Kaynaşlı.

Figure 4, a) *CoxI-CoxII/XbaI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka, 3 Yığılca, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Center, 7-8 Cumayeri and 9-10 Çilimli; b) *CoxI-CoxII/HinfI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka, 3 Yığılca, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Center, 7-8 Gümüova and 9-10 Çilimli; c) *CoxI-CoxII/DraI*: 1-2 Gümüşova, 3-4 Akçakoca, 5-6 Gölyaka, 7-8 Çilimli, 8-9 Cumayeri, 10 Center, 11-12 Yığılca and 13 Kaynaşlı.



Şekil 5. a) *CoxI/SspI*, b) *CoxI/XhoI*, c) *CoxI/DraI* and *HinfI*; 1 Gümüşova, 2 Gölyaka, 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Merkez, 7 Çilimli ve 8 Yığılca.

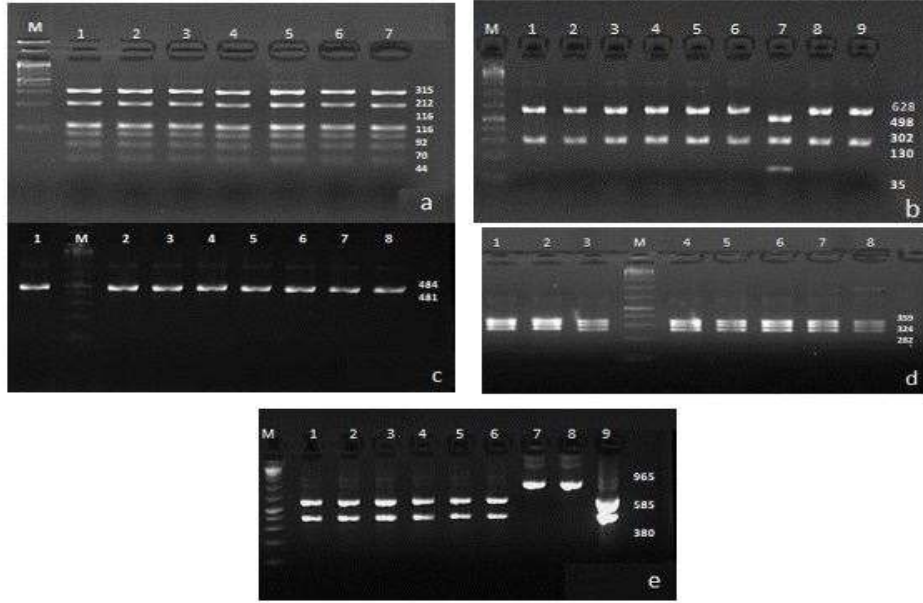
Figure 5. a) *CoxI/SspI*, b) *CoxI/XhoI*, c) *CoxI/DraI* and *HinfI*; 1 Gümüşova, 2 Gölyaka, 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Center, 7 Çilimli and 8 Yığılca.

mtDNA / 16srDNA gen bölgesinin *DraI*, *EcoRI*, *SspI*, *SwaI* ve *HinçII* restriksiyon endonükleaz enzimleri ile kesim örüntüsü

16srDNA/*DraI* kesimi sonucu tüm örneklerde 6 kesim bölgesi, 7 bant (315, 212, 116, 116, 92, 70 ve 44 bp), 16srDNA/*EcoRI* kesimi sonucunda tek kesim bölgesi, 2

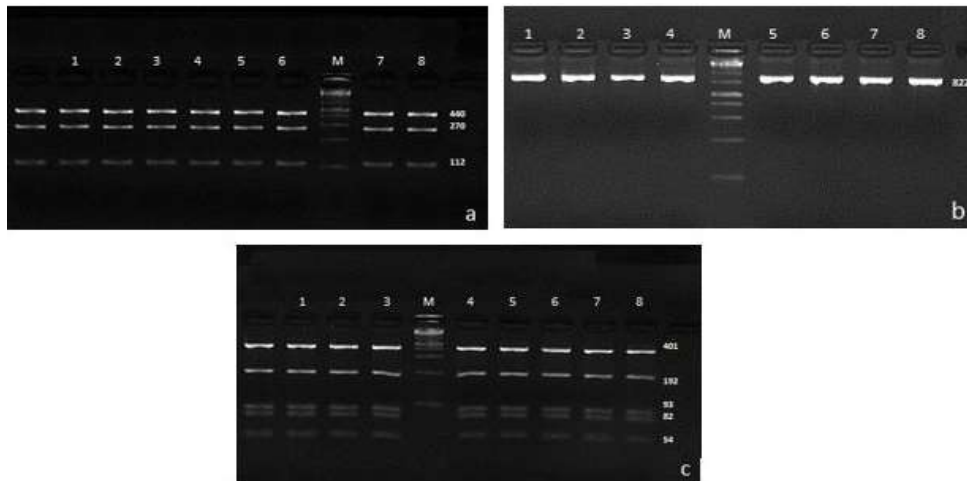
bant (484 ve 481), 16srDNA/*SwaI* kesimi sonucu 2 kesim bölgesi, 3 bant (359, 324 ve 282) bulunmuştur. 16srDNA/*HincII* kesimi sonucunda 2 tip oluşmuştur. Örneklerin çoğunluğunda tip 1 profili (585 ve 380 bp) görülürken tip 2 profiline sahip Yığılca ilçesindeki 2 örnekte 361. bazda görülen C-T transizyon tipi mutasyon ile kesim bölgesi kaybolmuş bu iki örnekte kesim görülmemiştir. 16srDNA/*SspI* restriksiyon

endonükleaz enzimi sonucunda ise genel profil tip 1 profili (628, 302 ve 35) iken tip 2 profilinde bulunan Cumayeri, Çilimli, Kaynaşlı ve Merkez ilçelerinden birer örnekte 131. bazda meydana gelen C-A transversionu sonucunda bir kesim bölgesi daha oluşmuş ve 498, 302, 130 ve 35 bp uzunluğunda 4 bant belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. a) 16srDNA/*DraI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka, 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Merkez, 7 Çilimli ve 8 Yığılca; b) 16srDNA /*SspI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka, 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Merkez, 7-8 Çilimli ve 9 Yığılca; c) 16srDNA/*EcoRI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Merkez, 7 Çilimli ve 8 Yığılca; d) 16srDNA / *SwaI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Merkez, 7 Çilimli ve 8 Yığılca; e) 16srDNA/*HincII*: 1 Gümüşova, 2; Gölyaka, 3; Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Merkez, 7; Çilimli ve 8-9; Yığılca.

Figure 6. a) 16srDNA/*DraI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka, 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Center, 7 Çilimli and 8 Yığılca; b) 16srDNA /*SspI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka, 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Center, 7-8 Çilimli and 9 Yığılca; c) 16srDNA/*EcoRI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Center, 7 Çilimli and 8 Yığılca; d) 16srDNA / *SwaI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Center, 7 Çilimli and 8 Yığılca; e) 16srDNA/*HincII*: 1 Gümüşova, 2; Gölyaka, 3; Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Center, 7; Çilimli and 8-9; Yığılca.



Şekil 7. a) Nd5/*DraI*; b) Nd5/*HincII*, c) Nd5/*SspI*: 1 Gümüşova, 2 Gölyaka 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Merkez, 7 Çilimli ve 8 Yığılca.

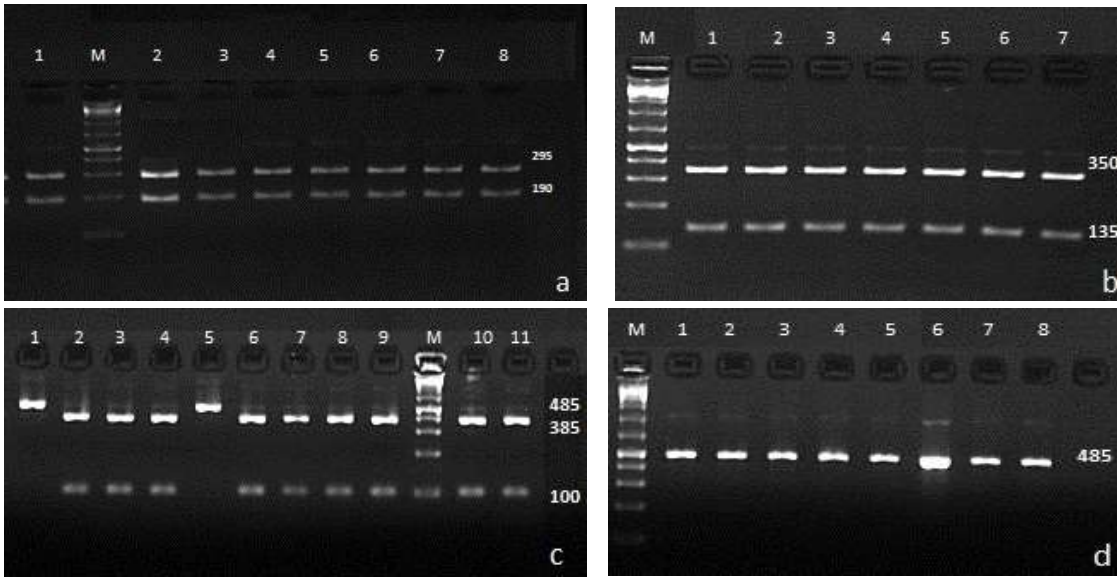
Figure 7. a) Nd5/*DraI*; b) Nd5/*HincII*, c) Nd5/*SspI*; 1 Gümüşova, 2 Gölyaka 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Center, 7 Çilimli and 8 Yığılca.

mtDNA / Nd5 Gen Bölgesinin *SspI*, *DraI* ve *HinçII* Restriksiyon Endonükleaz Enzimleri İle Kesim Örüntüsü

Nd5 gen bölgesi için yapılan PCR/RFLP çalışmasının sonucunda örnekler arasında farklılık gözlenmemiş olup Nd5/ *SspI* için 401, 192, 93, 82 ve 54 bp uzunluğunda 5 bant Nd5/ *DraI* için 440, 270 ve 112 bp uzunluğunda 3 bant görülmüştür. Nd5/ *HinçII* için kesim profili görülmemiştir (Şekil 7).

mtDNA / Cytb Gen Bölgesinin *BgIII*, *ClaI*, *DraI* ve *HinfI* Restriksiyon Endonükleaz Enzimleri İle Kesim Örüntüsü

Cytb/ *DraI* için 2 tip gözlenmiş çoğunlukla örneklerde tek kesim bölgesi 2 bant (385 ve 100 bp) görülmüştür. Gümüşova ilçesine ait 6 örnekte Merkeze ait 2 örnekte tip 2 görülmüş 378. bp'da, C-T transversiyonu nedeniyle kesim bölgesi kaybolmuş ve kesim örüntüsü görülmemiştir. Cytb/ *BgIII* için 295 ve 190 bp uzunluğunda tek tip ve Cytb/ *ClaI* için 350 ve 135 bp uzunluğunda tek tip kesim örüntüleri gözlemlendi ancak Cytb/ *HinfI* için kesim örüntüsü gözlemlenmemiştir (Şekil 8).



Şekil 8. a) *Cytb/BgIII* and b) *Cytb/ClaI*; 1 Gümüşova, 2 Gölyaka 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Merkez, 7 Çilimli ve 8 Yığılca; c) *Cytb/DraI*; 1-2 Gümüşova, 3-4 Merkez, 5-6 Gölyaka, 7 Yığılca, 8 Akçakoca, 9 Çilimli, 10 Kaynaşlı ve 11 Cumayeri; d) *Cytb/HinfI*; 1 Gümüşova, 2 Gölyaka 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Merkez, 7 Çilimli ve 8 Yığılca.

Figure 8. a) *Cytb/BgIII* and b) *Cytb/ClaI*; 1 Gümüşova, 2 Gölyaka 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Center, 7 Çilimli and 8 Yığılca; c) *Cytb/DraI*; 1-2 Gümüşova, 3-4 Center, 5-6 Gölyaka, 7 Yığılca, 8 Akçakoca, 9 Çilimli, 10 Kaynaşlı and 11 Cumayeri; d) *Cytb/HinfI*; 1 Gümüşova, 2 Gölyaka 3 Cumayeri, 4 Kaynaşlı, 5 Akçakoca, 6 Center, 7 Çilimli and 8 Yığılca.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Dil uzunluğunu ile bal verimi arasında önemli bir ilişki olduğunu bildiren Ruttner (1988) dil uzunluğu bakımından 7.2 mm'ye kadar çıkabilen Kafkas arısının (*A. m. caucasica*) en uzun dile sahip olduğunu ve en kısa dil uzunluğuna sahip Mısır bal arısı ile arasında 1.7 mm'lik bir fark olduğunu bildirmiştir, Karniyol arısı (*A. m. carnica*)'nda 6.4-6.8 mm. İtalyan arısı (*A. m. italica*)'nda 6.3-6.6 mm ve Esmer arı olarak nitelendirilen *Apis mellifera mellifera* arı ırkında da 5.7-6.4 mm dil uzunluğu olduğu bildirilmiştir (Ruttner, 1988). Düzce ili bal arısı örneklerinde belirlenen 6.44-6.62 mm arasındaki dil uzunluğu C soy hattında yer alan Karniyol arısı (*A. m. carnica*) ve İtalyan (*A. m. ligustica*) ile daha fazla benzer bulunmuştur (Rutner, 1988).

Ege ve Akdeniz Bölgesinde ana arı üretimi yapan ticari işletmeden sağlanan ana arılar ile oluşturulan Davutlar ve Kafkas grupları için ortalama dil uzunluğu sırasıyla 6.67 ve 6.68 mm; ortalama kanat genişliği sırasıyla 3.07 ve 3.12 mm; ortalama kanat uzunluğu ise 9.10 ve 9.14 mm olarak bulunmuştur (Güler, 1995). Bu çalışmada ön kanat uzunluğu bakımından Gölyaka bal arısı popülasyonu Davutlar grubuna yakın bulunurken Kaynaşlı ilçesi Kafkas grubuna daha yakın bulunmuştur. Aynı yıl yapılan bir başka çalışmada ise Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata bal arısı popülasyonları karşılaştırılmış ve ortalama dil uzunlukları sırasıyla 6.48, 6.65, 6.57, 6.30, 6.34 ve 6.18 mm; ortalama ön kanat uzunluğunu sırasıyla; 9.18, 9.31, 9.17, 9.22, 9.10 ve 9.15 mm, ortalama ön kanat genişlikleri sırasıyla

3.14, 3.23, 3.17, 3.21, 3.14 ve 3.17 mm olarak bildirilmiştir (Güler, 1995). Bu çalışma sonuçlarına göre ön kanat uzunluğu bakımından Yığılca ilçesi Gökçeada ile yakın bulunurken Gölyaka ilçesi, Trakya ile yakın bulunmuştur.

Kafkas ve Orta Anadolu bal arısı ekotipleri ve bunların çeşitli melezlerinin morfolojik özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada ise, ortalama dil uzunlukları Kırşehir grubunda 6.47 mm, Beypazarı-1 grubunda 6.48 mm, Beypazarı-2 grubunda 6.51 mm, Çankırı ve Eskişehir gruplarında 6.49 mm, ve Kafkas grubunda 6.72 mm'dir. Ortalama ön kanat uzunluğu ve genişliği Kırşehir, Beypazarı-1, Beypazarı-2 gruplarında sırayla 8.92, 3.03, 3.01, 3.00 mm Çankırı 8.91 mm, 3.01 mm Eskişehir 8.96 mm, 3.02 mm ve Kafkas arısı 9.25 mm 3.13 mm olarak bulunmuştur (Gençer, 1996). Dodoloğlu (2000) ise Kafkas, Kafkas x Anadolu, Anadolu x Kafkas ve Anadolu grubunda ortalama dil uzunluklarını sırasıyla 6,96, 6,70, 6,63 ve 6,56 mm; ortalama ön kanat uzunluğunu sırasıyla; 9.30, 9.12, 9.06 ve 8.97 mm; ortalama ön kanat genişliğini sırasıyla; 3.17, 3.19, 3.19 ve 3.23 mm olarak bildirmiştir.

Bal arısı popülasyonları dil uzunlukları bakımından karşılaştırıldığında Yığılca ilçesi hariç diğer ilçeler Anadolu arısı için bildirilen uzunluklar ile benzer bulunurken Yığılca arısı Dodoloğlu (2000)'nin Anadolu x Kafkas grubu için bildirdiği uzunluk ile benzer bulunmuştur. Ön kanat genişliği ve uzunluğu bakımından Akçakoca ilçesi, Gençer (1996)'in bildirdiği Kafkas arısı ile benzerlik göstermektedir.

Kekeçoğlu (2007)'nin Düzce arı popülasyonu için bildirmiş olduğu ön kanat uzunluğu (9.263) değeri bu çalışmada bulunan değer ile yakın bulunmuştur. Kekeçoğlu (2010), Düzce/Yığılca bal arılarının Batı Karadeniz bölgesindeki bal arılarına nazaran en kısa dil uzunluğuna (6.25) sahip olduğunu, bazı morfolojik karakterler bakımından Bolu ve Sakarya bölgesi bal arıları ile belli bir oranda benzer özellikler taşıdığını bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen ortalama dil uzunluğu değeri (6.62 mm) Kekeçoğlu (2010)'un bildirmiş olduğu değere göre daha yüksektir. Kekeçoğlu ve Soysal (2010), Türkiye'de 56 farklı lokasyondan aldıkları bal arısı alttürlerine ait örnekleri 12 farklı karaktere göre incelemiştir. Buna göre; Düzce/Yığılca bal arısı için bildirdikleri ön kanat uzunluğu (9.26) ve kanat genişliği (3.29) bu çalışmada bulunan değerlerle uygunluk gösterirken ortalama dil uzunluğu (6.62), Kekeçoğlu ve Soysal (2010)'in bulgularından (6.25) daha yüksektir.

Güler ve ark, (2013)'nin Batı Karadeniz Bölgesi bal arısı popülasyonlarını 37 farklı karakter bakımından incelenmiş olduğu çalışmada en uzun kanat uzunluğunun (9.96) Düzce ilinde bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen kanat uzunluğu (9.21) Güler ve ark, (2013)'nin Düzce için bildirmiş olduğu değer ile uyum göstermemektedir.

Kekeçoğlu (2018) *A. m. caucasica*, *A. m. syriaca*, *A. m. carnica*, Yığılca ve Muğla ekotiplerini 11 karakter bakımından incelemiştir. Çalışmanın sonucunda en uzun bacak uzunluklarının ve kanat genişliğinin Yığılca ekotipinde olduğunu bildirmiştir. Yığılca için bildirilen kanat uzunluk ve genişliği dil, femur, tibia, basitarsus uzunluğu ve genişliği sırasıyla; 9.83, 3.34, 6.90, 3.33, 3.27, 2.15 ve 1.28'dir. Kekeçoğlu (2018)'nin Yığılca arı popülasyonu için bildirmiş olduğu bu değerler bu çalışmada aynı karakterler için belirlenen değerlerden yüksek bulunmuştur.

Batı Karadeniz (Yığılca), Orta Karadeniz (Korgan) ve Doğu Karadeniz (Camili)'den alınan bal arısı örneklerinin incelendiği bir başka çalışmada ise 21 morfolojik karakter bakımından popülasyonlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Kanat uzunluğu ve genişliği, parlak zemin genişliği, a damar açısı, tomentum genişliği, femur uzunluğu, tibia uzunluğu, metatarsus uzunluğu ve arka bacak uzunluğu özellikleri bakımından Yığılca bal arısının en yüksek değerleri aldığı bildirilmiştir. Yığılca bal arısı için bildirilen kanat uzunluk ve genişliği dil, femur, tibia, basitarsus uzunluğu ve genişliğini sırasıyla; 9.477, 3.335, 6.419, 2.779, 3.262, 2.117 ve 1.275 mm olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada bulunan dil uzunluğu Günbey ve Gençer, (2020)'in bildirmiş olduğu dil uzunluğundan daha yüksek bulunurken geri kalan 6 karakter için daha düşük değerler belirlenmiştir.

Bu çalışmada morfometrik bakımdan karakterize edilen 8 popülasyon aynı zamanda mtDNA'nın 5 gen bölgesi (CoxI-CoxII intergenik bölge, CoxI, Cytb, 16sRNA ve ND5) bakımından toplamda 10 restriksiyon endonükleaz kesim enzimi ile PCR/RFLP yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. CoxI-CoxII / *XbaI* ve *HinfI* kesim enzimleri için 2 tip bulunurken CoxI-CoxII/*DraI* için 3 farklı kesim profili gözlenmiştir. Çalışılan popülasyonlarda CoxI-CoxII/*DraI* kesimi bakımından 423, 150, 89, 75, 64, 41, 6 bp uzunluğunda 7 bant oluşturan kesim profili en yaygın mitotip olmuştur.

CoxI/*SspI*, *XhoI* ve *DraI* enzimleri için örnekler arasında bir farklılık gözlenmemiştir. 16sr DNA/*HincII* ve *SspI* kesim enzimleriyle 2 tip görülmüş, 16srDNA / *DraI*, *EcoRI* ve *SwaI* kesimi sonucunda tüm örneklerde aynı kesim örüntüsü oluşmuştur. Nd5 gen bölgesi için 3 restriksiyon endonükleaz enzimi (*SspI*, *DraI* ve *HincII*) ile Cytb gen bölgesi için Cytb/*DraI* kesimi hariç çalışılan 4 restriksiyon endonükleaz enzimi (*BglII*, *ClaI*, *DraI* ve *HinfI*) ile yapılan çalışmada kesim profilleri arasında bir farklılık gözlenmemiştir.

Hall ve Smith (1991), Avrupa ve Afrika bal arıları örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada CoxI-CoxII /*XbaI* kesimi sonucunda Doğu Avrupa bal arısı alttürlerinde tek kesim bölgesi bulunduğunu (649 ve 195 bç) Batı Avrupa ve Afrika alttürlerinde bulunmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada CoxI-

CoxII /*Xba*I kesimi sonucunda örneklerin çoğunluğu 652 ve 195 bp uzunluğunda örüntü oluştururken yalnızca iki örnek 652, 114 ve 81 bp uzunluklarında farklı bir örüntü oluşturmuştur. Meixner ve ark, (1993) *A. m. carnica*, *A. m. ligustica* ve hibritleri ile yapmış oldukları çalışmada CoxI-CoxII/*Xba*I kesimi sonucunda Güneydoğu Avusturya ve Slovenya'dan toplanan *A. m. carnica* bal arısı örneklerinde 3 bant, İtalya'dan alınan *A. m. ligustica* ırkı bal arılarında ve hibritlerinde ise 2 bantlık kesim örüntüsü belirlemişlerdir. Smith ve ark, (1997) ve Ünal ve Özdil (2018) ise çalışmalarında CoxI-CoxII/*Xba*I kesimini Trakya popülasyonları için uyguladıklarında 322 örneğin 133'ünde 3 bant profili elde etmişlerdir. Buna göre araştırmacılar; Trakya Bölgesinde *A. m. carnica* alt türünün bir ekotipi olabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada Düzce'nin Çilimli ve Cumayeri ilçelerinden alınan iki örnek hariç bal arısı örneklerinin CoxI-CoxII/*Xba*I kesim profili *A. m. ligustica* bal arısı ırkında görülen 2 bant profili ile aynı bulunmuştur. İşçi arı örneklerinin toplanması aşamasında Gümüşova ilçesinde bulunan iki arıcının yurtdışı kökenli *A. m. carnica*'ya ait koloniler ile üretim yaptıkları bilgisi edinilmiştir. Ancak bu örneklerin CoxI-CoxII/*Xba*I kesimi sonucunda popülasyonun genelinde olduğu gibi 2 bant profili görülmesi bu iki arıcının yurt dışından satın aldıkları sertifikalı ana arıların saf *A. m. carnica* olmadığını göstermektedir. Söz konusu ana arılar *A. m. ligustica* veya *carnica-ligustica* hibritleri olabilir veya arıcular kandırılmış olabilir. İlginç bir şekilde Çilimli ve Cumayeri ilçelerine ait birer örnekte 3 bant profili gözlenmesi de, bu ilçedeki arıcılarında dışardan ticari ana arı temin ettiklerinin ancak bunu gizlediklerinin, söylemekten kaçındıklarının göstergesi olabilir.

Suppasat (2007), çalışmasında *Cytb/Dra*I kesiminin *A. m. ligustica*'da olmadığını, *A. m. carnica*'da ise 1 kesim bölgesi (2 bant) bulunduğunu, ayrıca *Cytb/Hinf*I kesiminin *A. m. ligustica* ve *A. m. carnica*'da bulunmadığını bildirmiştir. Bu çalışmada ise Gümüşova ilçesine ait 6 örnekte mtDNA'nın *Cytb* bölgesinin *Dra*I restriksiyon endonükleaz enzimi ile muamelesi sonucunda *Dra*I kesim bölgesinin bulunmadığı gözlenmiştir. Geri kalan tüm örneklerde ise *Cytb* bölgesinde *Dra*I restriksiyon endonükleaz enziminin bir tanıma bölgesi olduğu gözlenmiştir. Öte yandan Düzce ilinden alınan örneklerin hiçbirinde *Cytb/Hinf*I kesim bölgesi bulunmadığı tespit edilmiştir. Daha öncede belirtildiği gibi Gümüşova ilçesinde saha çalışmalarında arıcular ile yapılan bireysel görüşmelerde iki arıcı yurt dışından sertifikalı *A. m. carnica* ırkı ana arı satın aldığını bildirmiştir. Gümüşova ilçesinde *A. m. carnica* alttürü temin eden arıcılardan alınan örneklerde *Cytb/Dra*I kesimi sonucunda enzime ilişkin tanıma bölgesinin bulunmayışı bu örneklerin *A. m. carnica* olmadığını, *A. m. ligustica* veya melezi (*A. m. carnica-ligustica*

melezi) olabileceği hipotezini desteklemektedir.

Bazı çalışmalarda hem *Cytb/Bg*III hem de CoxI/*Hinf*I kesim örüntülerini gösteren popülasyonların Doğu Avrupa mitotipine sahip olabileceklerine işaret edilirken, yalnızca *Cytb/Bg*III'de 1 kesim bölgesi 2 bant örüntüsünün *A. m. scutellata* hariç geri kalan tüm alttürlerde ortak profil olabileceği ifade edilmiştir (Kandemir ve ark., 2006; Suppasat, 2007). Bu çalışmada Düzce ili merkez ve ilçelerinden alınan tüm örneklerin *Cytb* gen bölgesinin *Bg*III resitriksiyon endonükleaz enzimi ile kesilmesi sonucu Doğu Avrupa bal arılarında olduğu gibi tek bir kesim bölgesi olduğu belirlenirken, CoxI gen bölgesinde *Hinf*I resitriksiyon endonükleaz enziminin tanıma bölgesinin olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç Düzce'de doğal olarak bulunan bal arısı ırkı *A. m. anatoliaca*'nın diğer Doğu Avrupa bal arılarından genetik farklılığını ortaya koymaktadır.

Özdil ve ark, (2009) yaptıkları çalışmada Türkiye ve İran'dan aldıkları bal arısı örneklerini CoxI-CoxII/*Hinf*I kesim enzimi ile test etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda bu çalışma ile uyumlu olarak iki tip bulduklarını bildirmişlerdir. Özdil ve ark, (2009)'nın Bolu ve *A. m. ligustica* için bildirdiği profil bu çalışmadaki Gümüşova (6), Akçakoca (1) ve merkez (2)'de görülen tip 2 kesim profili (4 bant) ile uyumlu bulunurken, Özdil ve ark, (2009)'nın *A. m. meda* (Tebriiz/İran) *A. m. caucasica* (Türkiye/Ardahan) örnekleri için buldukları kesim profili bu çalışmadaki diğer örneklerde görülen tip 1 (5 bant) ile uyumlu bulunmuştur.

Özdil ve ark, (2012) Düzce/Yığılca ilçesinin de içinde olduğu 10 farklı lokasyondan alınan bal arısı örneklerini üç farklı mitokondriyal bölgede (16srDNA, CoxI ve ND5) 18 restriksiyon endonükleaz enzimi kullanılarak RFLP analizine tabi tutmuştur. Yığılca ilçesi için 16srDNA/*Dra*I için 7 bant (315, 212, 116, 116, 92, 70 ve 43bp) 16sr DNA/*Eco*RI için 2 bant (483 ve 481) bulduklarını bildirmişlerdir. Özdil ve ark, (2012) çalışmasında belirtilen her iki kesim örüntüsü sonucu bu çalışma ile uyum göstermektedir. Özdil ve ark, (2012) tarafından 16srDNA/*Ssp*I kesimi sonucunda Yığılca ilçesi için 516, 336 ve 112 bp uzunluğunda 3 bant bildirilmesine karşın, bu çalışmada Yığılca bal arısı popülasyonu için farklı bant uzunlukları (628, 322 ve 35bp) gözlenmiştir. 16srDNA/*Hind*II kesimi sonucunda 584 ve 380 bp uzunluğunda 2 bant olduğu bildirilmiştir. İki bant olarak verilen kesim örüntüsü bu çalışmanın sonucuyla uyumlu bulunurken Yığılca ilçesinden alınan bazı örneklerde kesim bölgesi bulunmamasına bağlı olarak ortaya çıkan 965 bp uzunluğunda tek bant profili gösteren mitotip ilk defa bu çalışmada tespit edildi.

Özdil ve ark, (2012), ND5/*Dra*I ve ND5/*Ssp*I kesim enzimleri ile sırasıyla 440, 270, 112 bp ve 401, 192, 93, 82, 54 bp, CoxI/*Ssp*I için 4 kesim bölgesi 5 bant (523,

213, 175, 85 ve 32) bulduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışma sonuçları Özdil ve ark, (2012) tarafından bildirilen bulgular ile uyumlu olmasına rağmen CoxI/XhoI kesimi için bildirilen 616 ve 412 bp uzunluğundaki iki bant profili bu çalışmadaki kesim sonucu (595, 433 bp) ile uyumsuzdur.

Güder ve ark, (2017), 16srDNA/DraI, 16srDNA/SwaI, ND5/DraI kesimleri için elde ettikleri yaygın profil (type 1), Özdil ve ark, (2012)'nin 16srDNA/DraI kesimi için elde ettiği genel profil bu çalışma kapsamında elde edilen kesim profili ile aynı bulunmuştur. Güder ve ark, (2017) Tekirdağ, Edirne ve Gökçeada bal arısı popülasyonlarında çok az örnekte tespit ettikleri type 2 kesim profillerine bu çalışmada hiçbir örnekte rastlanmamıştır.

Çalışmanın sonucunda, morfometrik analiz sonuçları ve genetik analiz sonuçları güçlü bir şekilde ilişkili olan yüksek derecede bir varyasyon ortaya çıkarmıştır. Yabancı ana arı ticareti nedeniyle ortak ve benzersiz haplotiplere genetik introgresyon belirlenmiştir. Yerli genetik kaynakları korumak için yabancı alt türlerin girişini sınırlamak için bazı önlemlerin alınması gerektiğini öneriyoruz.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma birinci yazara ait yüksek lisans tez çalışmasının bir parçası olup, Düzce Üniversitesi BAP-2020.05.01.1071 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle 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

Akyol, E., & Kaftanoğlu, O. (2001). Colony characteristics and the performance of Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) and Mugla (*Apis mellifera anatoliaca*) bees and their reciprocal crosses. *Journal of Apicultural Research*, 40, 3–4.

Arias, M. C., & Sheppard, W. S. (2005). Phylogenetic relationships of honey bees (Hymenoptera: Apinae: Apini) inferred from nuclear and mitochondrial DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 37, 25–35.

Atalay, İ. (1987). *Türkiye Jeomorfolojisine Giriş*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 456 sy.

Atalay, İ. (2002). *Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri*. Meta Basımevi, 500 sy.

Bir, S., & Kekeçoğlu, M. (2021). Arıcılık faaliyetleri etkisi altında düzce bal arısı popülasyonlarındaki varyasyonların morfometrik yöntem ile

araştırılması. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 21(1), 66-82.

Bodenheimer, F. S. (1941). Studies on the honeybee and beekeeping in Turkey. Merkez Ziraat Mücadela Enstitüsü.

Bouga, M., Harizanis, P. C., Kiliyas, G., & Alahiotis, S. (2005). Genetic divergence and phylogenetic relationships of honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) populations from Greece and Cyprus using PCR–RFLP analysis of three mtDNA segments. *Apidologie*, 36(3), 335-344.

Cengiz, M. M., & Erdoğan, Y. (2018). Doğu Anadolu Koşullarında Farklı Balarısı (*Apis mellifera* L.) Genotiplerinin Davranış Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 97-101. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i1.97-101.1539>.

Crozier Y.C., Koulianos S., & Crozier R.H. (1991). An improved test for Africanized honeybee mitochondrial DNA. *Experientia*, 47, 968–969.

Çakmak, İ., Fuchs, S., Çakmak, S. S., Koca, A. Ö., Nentchev, P., & Kandemir, İ. (2014). Morphometric analysis of honeybees distributed in northern Turkey along the black sea coast. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 14(2), 59-68.

Dodoloğlu, A. (2000). *Kafkas ve Anadolu bal arısı (Apis mellifera L.) ırkları ile karşılıklı melezlerin morfolojik, fizyolojik ve davranış özellikleri*. (Tez No: 96437). [Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Doğaroğlu, M. (1981). *Türkiye'de yetiştirilen önemli arı ırk ve tiplerinin Çukurova Bölgesi koşullarında performanslarının karşılaştırılması*. (Tez No: 455987). [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Gençer, H. V. (1996). *Orta Anadolu bal arısı (A. m. anatoliaca), ekotiplerinin ve bunlarının çeşitli melezlerinin yapısal ve davranış özellikleri üzerine bir araştırma*. (Tez No: 47924). [Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

Gençer, H. V., & Fıratlı, Ç. (1999). Orta Anadolu ekotipleri (*Apis m. anatoliaca*) ve Kafkas ırkı (*Apis mellifera caucasica*) bal arılarının morfolojik özellikleri. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 23(3), 103-107.

Gösterit A., Çıkılı Y., & Kekeçoğlu M. (2012b) Comparison of swarming tendency and defensive behavior of Yığılca local and other commonly used honeybee genotypes in Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 18(4), 595-598.

Gösterit, A., Çıkılı Y., & Kekeçoğlu M. (2016). Determination of Annual Colony Development of the Yığılca Local Honeybee in Turkey and Comparison with *Apis mellifera caucasica* and *A. m. anatoliaca* Hybrids. *Pakistan Journal of Zoology*,

- 48(1), 195-199.
- Gösterit, A., Kekeçoğlu, M., & Çıkkılı, Y. (2012a). Yığılca yerel bal arısının bazı performans özellikleri bakımından Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkı melezleri ile karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 107-114.
- Güder, A., Raziye, I., & Özdiş, F. (2017). Trakya bölgesindeki bal arılarında (*Apis mellifera* L.) mtDNA 16S rDNA ve ND5 genleri analizi. *Hayvansal Üretim*, 58(2), 7-14.
- Güler, A. (1995). *Türkiye'deki Önemli Balarısı (Apis mellifera L.) Irk ve Ekotiplerinin Morfolojik Özellikleri ve Performanslarının Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. (Tez No: 38816)*. [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Güler, A. (2000). The effects of narrowed area and additional feeding on some physiological characteristics of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 24, 1-6.
- Güler, A., & Bek, Y. (2002). Forewing angles of honey bee (*Apis mellifera*) samples 87 from different regions of Turkey. *Journal Of Apicultural Research*, 41(2), 43-49.
- Güler, A., & Kaftanoğlu, O. (1999a). Türkiye'deki önemli bal arısı ırk ve ekotiplerinin morfolojik özellikleri-I. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 23(3), 565-575.
- Güler, A., & Kaftanoğlu, O. (1999b). Türkiye'deki önemli bal arısı ırk ve ekotiplerinin morfolojik özellikleri-II. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 23(3), 571-575.
- Güler, A., & Kaftanoğlu, O. (1999c). Türkiye'deki önemli bal arısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin morfolojik karakterler açısından ilişkilerinin diskriminant analiz yöntemiyle saptanması. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 23, 565-575.
- Güler, A., & Toy, H. (2008). Sinop ili Türkeli yöresi balarıları (*Apis mellifera* L.)'nın morfolojik özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(3), 190-197.
- Güler, A., Akyol, E., Gökçe, M., & Kaftanoğlu, O. (2002). Artvin ve Ardahan yöresi bal arıları (*Apis mellifera* L.)'nın bazı morfolojik özellikler yönünden ilişkilerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 26, 595-603.
- Güler, A., Bek, Y., & Guven, H. (2010). The importance of morphometric geometry on discrimination of Carniolan (*Apis mellifera carnica*) and Caucasian (*A. m. caucasica*) honey bee subspecies and in determining their relationship to thrace region bee genotype. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 83(2), 154-162.
- Güler, A., Bıyık, S., & Güler, M. (2013). Batı Karadeniz Bölgesi balarılarının (*Apis mellifera* L.) morfolojik karakterizasyonu. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 28(1), 39-46.
- Günbey, B., & Gençer, H. V. (2020). Karadeniz bölgesindeki bazı bal arısı (*Apis mellifera* L.) genotiplerinin morfolojik özellikleri. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 3(1), 40-53.
- Hall, H. G., & Smith, D. R. (1991). Distinguishing African and European honeybee matrilineages using amplified mitochondrial DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88(10), 4548-4552.
- Kandemir, I., Kence, M., & Kence A. (2000). Genetic and Morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera*) population of Turkey. *Apidologie*, 31, 343-356.
- Kandemir, I., Kence, M., & Kence A. (2005). Morphometric and electrophoretic variation in different honeybees (*Apis mellifera*) population. *Genetics and Molecular Biology*, 29, 885-890.
- Kandemir, I., Kence, M., Sheppard, W. S., & Kence, A. (2006). Mitochondrial DNA variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) populations from Turkey. *Journal of Apicultural Research*, 45(1), 33-38.
- Karabağ, K., Tunca, R. İ., Sevim, E.T., & Doğaroğlu, T. (2020). Otuz polimorfik mikro uydu işaretçisi açısından Anadolu'daki bal arılarının mevcut genetik durumu. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 44(3), 333-346.
- Karacaoğlu, M., & Fıratlı, Ç. (1998). Bazı Anadolu bal arısı ekotipleri (*A. m. anatoliaca*) ve melezlerinin özellikleri I, morfolojik özellikleri. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 22, 17-21.
- Kekeçoğlu, M. (2007). *Türkiye bal arılarının mtDNA ve bazı morfolojik özellikleri bakımından karşılaştırılmasına yönelik bir araştırma. (Tez No: 179500)*. [Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kekeçoğlu, M. (2010). Honey bee biodiversity in Western Black Sea and evidence for a new honey bee ecotype in Yığılca Province of Düzce. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 73-78.
- Kekeçoğlu, M. (2018). Morphometric divergence of anatolian honey bees through loss of original traits: A dangerous outcome of Turkish apiculture. *Sociobiology*, 65(2), 232-243. doi: 10.13102/sociobiology.v65i2.1895.
- Kekeçoğlu, M., & Soysal, M. İ. (2010). Genetic Diversity Of Bee Ecotypes in Turkey and evidence for geographical differences. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(5), 5646-5653.
- Kekeçoğlu, M., Bouga, M., Soysal M. İ., & Harizanis P. (2007). Morphometrics as a tool for the study of genetic variability of honey bees. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1), 7-15.
- Kekeçoğlu, M., Eroğlu, N., Kambur, M., & Uçak, M. (2020). The relationships between propolis collecting capability and morphometric features of some honey bee races and ecotypes in

- Anatolia. *Journal of Agricultural Sciences*, 26(1), 71-77.
- Kekeçoğlu, M., Şimşek, G., Soysal M. İ., & Gürcan E. K. (2009). Two-level factor analysis of morphometric characters of honeybees population sampled (*Apis mellifera* L.) in Turkey. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1), 21-30.
- Koca, A. Ö., & Kandemir İ., (2013). Comparison of two morphometric methods for discriminating honey bee (*Apis mellifera* L.) populations in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 37(2), 205-210.
- Lauer, J., & Lindauer, M. (1973). Beteiligung von Lernprozessen bei der Orientierung der Honigbiene. *Fortschr Zool*. 21: 349-370. In: Ruttner Biogeography and Taxonomy of Honey Bee. Berlin: springer; 1988.
- Maa, T. C. (1953). An inquiry into the systematics of the tribus Apidini or honeybees (Hym.). *Treubia*, 21, 525-640.
- Meixner, M. D., Leta, A. M., Koeniger, N., & Fuchs, S. (2011). The honey bees of Ethiopia represent a new subspecies of *Apis mellifera*—*Apis mellifera simensis* n. ssp. *Apidologie*, 42(3), 425-437.
- Meixner, M. D., Sheppard, W. S., & Poklukur, J. (1993). Asymmetrical distribution of a mitochondrial DNA polymorphism between 2 introgressing honey bee subspecies. *Apidologie*, 24(2), 147-153.
- Nielsen D., Ebert P.R., Hunt J.G., Guzmán-Novoa E., Kinnee S.A., & Page R.E. Jr. (1999) Identification of Africanized Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) Incorporating Morphometrics and an Improved Polymerase Chain Reaction Mitotyping Procedure, *Ann. Entomol. Soc. Am.* 92, 167–175.
- Nielsen D., Page R.E. Jr., & Crosland M.W.J. (1994) Clinal variation and selection of MDH allozymes in honey bee populations, *Experientia* 50, 867– 871.
- Özdil, F., Aytakin, I., İlhan, F., & Boztepe, S. (2012). Genetic variation in Turkish honeybees *Apis mellifera anatoliaca*, *A. m. caucasica*, *A. m. meda* (Hymenoptera: Apidae) inferred from RFLP analysis of three mtDNA regions (16S rDNACOII-ND5). *European Journal of Entomology*, 109, 161-167.
- Özdil, F., Fakhri, B., Meydan, H., Yildiz, M. A., & Hall, H. G. (2009). Mitochondrial DNA variation in the CoxI-CoxII intergenic region among Turkish and Iranian honey bees (*Apis mellifera* L.). *Biochemical Genetics*, 47(9), 717.
- Pollmann, A. (1889). *Wert der verschiedenen Bienenrassen und deren Varietäten*. 2nd edn. Voigt, Berlin: Leipzig (1st edn with description of *A. m. carnica* 1879).
- Rahimi, A., Mirmoayedi, A., Kahrizi, D., Zaraei, L., & Jamali, S. (2017). Morphometric diversity and phylogenetic relationships among Iranian honey bee (*Apis mellifera meda* Skorikow, 1829) populations using morphological characters. *Sociobiology*, 64(1), 33-41.
- Ruttner, F. (1988). Biogeography and Taxonomy of Honeybees. Springer.
- Ruttner, F. (1992). *Naturgeschichte der Honigbienen*. Ehrenwirth Verlag.
- Settar, A. (1983). *Ege Bölgesi Arı Tipleri ve Gezgin Arıcılık Üzerine Araştırmalar*. (Tez No: 412832). [Doktora Tezi, Ege Ziraat Araştırma Enstitüsü], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Sheppard, W. S., & Meixner, M. D. (2003). *Apis mellifera pomonella*, a new honey bee subspecies from Central Asia. *Apidologie*, 34(4), 367–375.
- Sıralı, R., Şengül T., & Yıldız İ. (2003). Investigations on some morphological characteristics of the honey bees (*Apis mellifera* L.) of the Harran plain Turkey. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 11(4), 30-36.
- Smith, D. R., Slaymaker, A., Palmer, M., & Kaftanoğlu O. (1997). Turkish honey bees belong to the east Mediterranean mitochondrial lineage. *Apidologie*, 28, 269-274.
- Sneath, P. H. A., & Sokal, R. R. (1973). *Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification*. W.H. Freeman and Company.
- Suppasat, T., Smith, D. R., Deowanish, S., & Wongsiri, S. (2007). Matrilineal origins of *Apis mellifera* in Thailand. *Apidologie*, 38(4), 323-334.
- Tozkar, C. Ö. (2020). Genetic structure of honey bee (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) subspecies based on tRNA^{Leu}-COX2 and ND5 regions of mtDNA. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(2), 2269-2284.
- Ünal, G., & Özdil, F. (2018). Genetic characterization of Thrace honey bee populations of Turkey: restriction and sequencing of inter cytochrome C oxidase I-II (CoxI-CoxII) genes. *Journal of Apicultural Research* 57(2), 213- 2018.

Entansif Yetiştiricilikte Bir İnekte Paramphistomosis Olgusu ve Klinik Değerlendirme

Mehmet ÖZÜİÇLİ¹, Ahmet YAVUZ², Özkan YAVAŞ³, Veli Yılgör ÇIRAK⁴

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji AD, Bursa ²Medikon Veteriner Kliniği, Nilüfer, Bursa, ³Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Patoloji AD, Bursa, ⁴Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji AD, Bursa

¹<https://orcid.org/0000-0003-3415-2582>, ²<https://orcid.org/0000-0002-9613-557X>, ³<https://orcid.org/0000-0001-9811-9920>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-0570-2514>

✉: vcirak@uludag.edu.tr

ÖZET

Paramphistomosis, *Paramphistomidae* ailesinde yer alan parazitlerin evcil ve yabani ruminantlarda oluşturdukları enfeksiyondur. Parazitlerin biyolojileri gereği enfeksiyon meraya çıkan hayvanlarda daha sık görülür. Subklinik seyirli enfeksiyonlar verim kayıplarına neden olabileceği gibi, şiddetli klinik enfeksiyonlarda ölümler görülebilir. Entansif sistemde bakılan ve ölüm sonrası nekropside Paramphistomosis teşhisi konan bir ineğe ait bu olgu araştırmacıların, veteriner hekimlerin ve yetiştiricilerin konuya dikkatlerini çekmek amacıyla sunulmaktadır. Düve dönemi sonrası hiç meraya çıkmamış, altı yaşlı, Holstein ırkı bir ineğin ölüm sonrası yapılan nekropsisinde rumenden 2434, retikulumdan 1322 adet olmak üzere toplam 3756 adet *Paramphistomidae* etkeni toplanmıştır. Histopatolojik incelemelerde her iki organda mukozada hiperkeratoz ve akantotik alanlarla beraber mononükleer hücre infiltrasyonları saptanmıştır. Bu olguyu dikkat çekici kılan en önemli husus, hayatının büyük bir kısmını “kapalı sistemde” geçiren bu hayvanın, “mera kaynaklı” bir paraziter enfeksiyona (Paramphistomosis) yakalanmış olmasıdır. Bu bağlamda, “entansif besleme şartlarında bakılan hayvanlarda iç parazit olmaz” genel kanısının aksine “koruyucu hekimlik” konseptine uygun olarak en azından yılda bir defa endoparaziter enfeksiyonlar (özellikle helminthosis) yönünden klinik ve laboratuvar muayeneler yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Zootekni

Olgu Sunumu

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 04.10.2022

Kabul Tarihi : 23.01.2023

Anahtar Kelimeler

Sığır

Paramphistomidae

Entansif yetiştirme

A Case of Paramphistomosis and Clinical Evaluation in a Cow with Intensive Breeding

ABSTRACT

Paramphistomosis is an infection caused by parasites belonging to the family *Paramphistomidae* in domestic and wild ruminants. Due to the biology of the parasites, infection is more common in grazing animals. Infections with a subclinical course may cause production losses, while deaths may occur in severe clinical infections. This case report presents a cow reared under the intensive system and diagnosed with Paramphistomosis at necropsy to draw the attention of researchers, veterinarians and breeders to the subject. A total of 3756 *Paramphistomidae* parasites were collected, 2434 from the rumen and 1322 from the reticulum, in the postmortem necropsy of a six-year-old Holstein cow, which did not go out to pasture after the heifer period. Histopathological examinations revealed hyperkeratosis and acanthotic areas, as well as mononuclear cell infiltrations in the mucosa of both organs. The most important point of this case is that the animal, which lived most of its life in the "intensive system", was found to be infected by a "pasture-borne" parasitic infection (Paramphistomosis). In this context, contrary to the general belief that "there are no internal parasites in animals kept under intensive production conditions", it is thought that it would be beneficial to perform clinical and laboratory examinations for endoparasitic infections (especially helminthosis) at least once a year in accordance with the concept of "preventive medicine".

Animal Science

Case Report

Article History

Received : 04.10.2022

Accepted : 23.01.2023

Keywords

Cattle

Paramphistomidae

Intensive breeding

Atıf Şekli:	Özüiçli, M., Yavuz, A., Yavaş, Ö., & Çırak, V.Y., (2023) Entansif Yetiştiricilikte Bir İnekte Paramphistomosis Olgusu ve Klinik Değerlendirme. <i>KSÜ Tarım ve Doğa Derg</i> 26 (4), 952-956. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1183904
To Cite :	Özüiçli, M., Yavuz, A., Yavaş, Ö., & Çırak, V.Y., (2023). A Case of Paramphistomosis and Clinical Evaluation in a Cow with Intensive Breeding. <i>KSU J. Agric Nat</i> 26 (4), 952-956. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1183904

GİRİŞ

Paramphistomidae ailesinde yer alan helmint parazitlerin sığır, koyun, keçi, manda gibi geviş getiren hayvanlarda oluşturdukları enfeksiyona Paramphistomosis denmektedir. Bu ailede 70'in üzerinde tür bulunmaktadır (de Waal & Mehmood, 2021). Sığırlarda özellikle Avrupa kıtasında en sık bulunan türlerin başında *Calicophoron daubneyi* gelmektedir (Huson ve ark., 2017). Türkiye'de de yapılan tür belirleme çalışmalarında sığırlarda sıklıkla bu tür teşhis edilmiştir (Celep ve ark., 1990; Tınar ve ark., 1992). Heteroksen yaşam çemberine sahip olan paramphistomatid trematodlara *Planorbis*, *Bulinus*, *Lymnaea*, *Galba*, *Gyraululus* cinsi su salyangozları aracılık eder (Kahl ve ark., 2021). Enfekte hayvanların dışkılarıyla atılan yumurtalardan çıkan miracidiumlar salyangozlara girerek serkerleri oluştururlar. Serkerler salyangozu terk ederek sulak alanlardaki otlara tutunur ve kistlenerek metaserker formuna dönüşürler. Metaserkerlerin ağız yoluyla alınması ile enfeksiyon gerçekleşir. Duodenum mukozasındaki gençler gelişimleri sırasında (6-8 hafta), 2 mm'ye kadar büyüklükte, açık pembe renkli, duodenumda ve abomazumun pilorik kısmında duodenit ve abomasite neden olarak, lokal kızarıklık, şişlik ve küçük kanamalar meydana getirir. Daha sonra rumen ve retikuluma geçerek erişkin parazitlere dönüşürler. Erişkin parazitler genelde fazla patojen değilken, özellikle ince bağırsaklardaki genç parazitler klinik enfeksiyona neden olabilirler. Sığırlarda Paramphistomosis kaynaklı ölümler pek görülmemekle birlikte, kısa zaman dilimlerinde yoğun metaserker alımı (>5000/gün) neticesinde özellikle genç hayvanlarda ölüm şekillenebilir (O'Shaughnessy ve ark., 2018). Paramphistomosisin teşhisi; ölü hayvanlarda nekropside özellikle rumen ve retikulumda erişkin parazitlerin görülmesiyle, canlı hayvanlarda ise dışkı muayenesinde yumurta bakışı ile yapılabilmektedir. Son yıllarda ELISA (Anuracpreeda ve ark., 2017) ve moleküler (Mitchell ve ark., 2021) tabanlı teşhis metodlarının da deneme ve geliştirilme çalışmaları devam etmektedir.

Paramphistomosis'in Türkiye'de sığırlarda yaygınlığı nekropsis bulgularına göre en düşük %1.75 (Kara ve ark., 2009), en yüksek %39.4 (Celep ve ark., 1990) olarak saptanmıştır. Enfeksiyonun ortaya çıkışı ve yaygınlığı; coğrafya, iklim, konak yaşı, bakım-besleme şekli ve meraya çıkma durumu gibi değişik faktörlerin etkisiyle değişkenlik göstermektedir. Diğer taraftan, Paramphistomosis'in sığırlarda çok yaygın olmadığı ve

sorun oluşturmayan bir paraziter enfeksiyon olduğu genel kanısı, özellikle son yıllarda değişik Avrupa ülkelerinden bildirilen yüksek yaygınlık oranları ve zaman zaman ortaya çıkan klinik ve patolojik tablolarla artık geçerliliğini kaybetmek üzere (Fuertes ve ark., 2015; Huson ve ark., 2017; O'Shaughnessy ve ark., 2018; Atcheson ve ark., 2020). Ölüm nedeninin belirlenemediği bu olguda nekropside yoğun *Paramphistomidae* etkenleri görülmüş olup, bu bağlamda farkındalık oluşturmak üzere vak'a araştırmacılar, veteriner hekimler ve yetiştiricilerin dikkatine sunulmuştur.

MATERYAL ve METOD

Olgu materyali, 6 yaşında Holstein ırkı bir inektir. Bursa ili, Mudanya ilçesinde entansif sistemde bakılan hayvan, düve dönemi sonrası hiç meraya çıkmamıştır. Yem olarak yonca silajı, kesif yem, yulaf, saman ve biçilmiş mera otları verilmiştir. Hayvanda başlayan huzursuzluk, iştahsızlık, ayaklarıyla karnına vurma, az az kesik kesik dışkılama (hafif ishal şeklinde), timpani, rumen hareketlerinde durma, ruminasyon kaybı gibi belirtilerden sonra çiftlik veteriner hekimi sindirim sistemine yönelik semptomatik tedavi uygulamıştır. Ancak hayvan tedavi sonrası ikinci günde ölmüştür. Yapılan nekropside sindirim sistemi organları makroskopik olarak muayene edilmiş, özellikle rumen ve retikulumda çok sayıda paraziter etkene (Şekil 1) rastlanması üzerine tüm mide bölümlerine ligatürler atılarak laboratuvara getirilmiştir.

Laboratuvarda, mide bölümleri ligatür noktalarından kesilerek birbirlerinden ayrılmış ve içerikler önce 250, sonra 50 µm çaplı süzgeçlerde yıkanarak, üstte kalan kısımlar %3'lük formalin solüsyonu bulunan kaplara aktarılmıştır. Takiben, yıkanan içerikte bulunan *Paramphistomidae* spp. etkenleri stereo mikroskopta toplanmış ve sayılmışlardır.

Rumen ve retikulumdan histopatolojik muayeneler için doku parçaları alınmış ve parafin doku blokları oluşturularak 5 µm kalınlığında doku kesitleri hematoksilin & eozin (HE) ile boyanarak ışık mikroskopunda incelenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

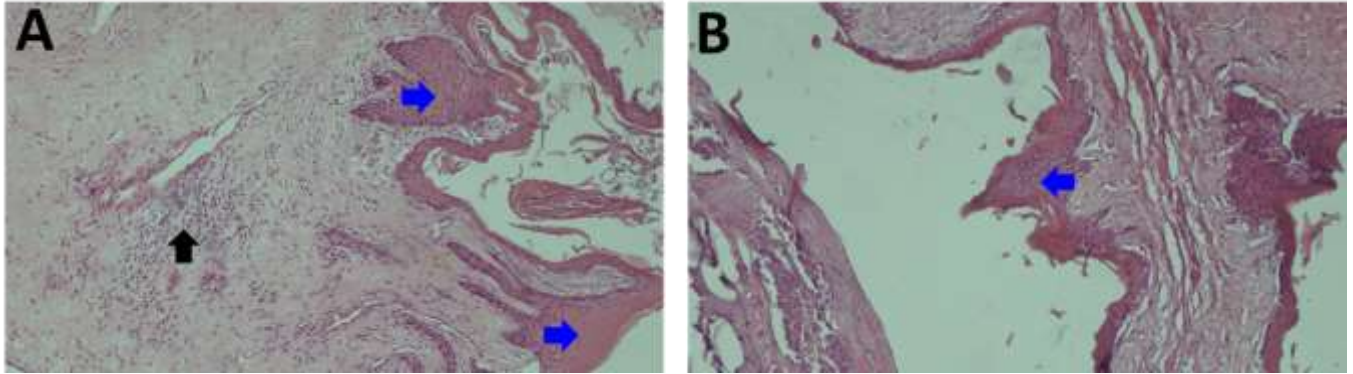
Paraziter muayeneler neticesinde rumenden 2434, retikulumdan 1322 adet *Paramphistomidae* spp. toplanmıştır. İspanya'da 49 sığır üzerinde yapılan bir çalışmada da parazit yükü rumende retikulumdan daha fazla çıkmıştır (Ferrerias ve ark., 2014).

Paramphistomidae etkenlerine sadece rumende rastlandığı araştırmalar (Kırcalı-Sevimli ve ark., 2005; Acıöz ve ark., 2016) da dikkate alındığında Paramphistomosis'te rumenin erişkin parazitler için

birincil yerleşim organı olduğu görülmektedir. Rumen ve retikulumdan yapılan histolojik kesit görüntüleri Şekil 2A ve 2B'de verilmiştir.



Şekil 1. Rumende *Paramphistomidae* spp. parazitleri
Figure 1. *Paramphistomidae* spp. parasites in rumen



Şekil 2. Rumen (A) ve retikulumda (B) mukozada akantozis (mavi ok) ve mononükleer hücre infiltrasyonları (siyah ok). x100 büyütme, HE boyama.
Figure 2. Acanthosis (blue arrow) and mononuclear cell infiltrations (black arrow) in the rumen (A) and reticulum (B) mucosa. x100 magnification, HE staining.

Rumende submukozanın bağ doku artışı ile kalınlaştığı ve yer yer multifokal dağılım gösteren hafif-orta şiddetli mononükleer hücre infiltrasyonların olduğu dikkati çekmektedir. Her iki organda mukozada hiperkeratoz ile birlikte akantotik alanlar gözlenmiştir. Fuertes ve ark., (2015) Paramphistomosis'li sığırlarda benzer bulgular bildirmişler, doku zararının ve yangısal reaksiyonların en fazla ruminal atriumda görüldüğünü kaydetmişlerdir.

Sunulan bu olguda rumen ve retikulumda toplam 3756 adet erişkin parazit sayılmıştır. Bursa'da bir

mezbahada kesilen ve Paramphistomosis tanısı konan 130 sığırdan birinde, rumenden 4210 adet parazit toplanmıştır (Tınar ve ark., 1992). Acıöz ve ark. (2016) enfekte 24 sığırın rumenlerinde en az 86, en çok 278 parazit saptamışlardır. Enfekte hayvanlarda bu düzeydeki parazit yükleriyle oluşan enfeksiyonların genelde subklinik seyrettiği, ancak bu şekliyle de hayvanlarda verim kayıplarına neden olabileceği belirtilmiştir (Fenemore ve ark., 2021). Paramphistomosis, özellikle son yıllarda birçok Avrupa ülkesinde sığırlarda yaygınlığı artan bir enfeksiyon olarak dikkat çekmekte (Huson ve ark.,

2017), ince bağırsaklarda gelişme aşamasındaki genç parazitlerden kaynaklı zaman zaman ortaya çıkan klinik enfeksiyonlar da bildirilmektedir (Millar ve ark., 2012). Klinik belirti olarak ishal, dehidrasyon, anoreksi, iştahsızlık gibi bulgular öne çıkmaktadır. İrlanda'da 6 aylık bir grup hayvanda, üç hafta boyunca çok fazla sayıda metaserker alımı ile oluşan enfeksiyonlar neticesinde ölüm vakaları dahi görülmüştür (O'Shaughnessy ve ark., 2018). İngiltere'de 5 ayrı çiftlikte saptanan Paramphistomosis olgularında öksürük, ishal, ateş, zayıf vücut kondüsyonu, yerde yatma, süt veriminde düşüş gibi belirtiler gözlenmiştir (Foster ve ark. 2008). Benzer şekilde, zayıf kondüsyonlu iki grup sığırdan (besi ve sağmal) ölüm sonrası yoğun *Paramphistomum* etkenlerine rastlanmıştır (Murphy ve ark. 2008).

Paramphistomosis, arakonak salyangozların ve enfektif metaserker formların ağırlıklı olarak sulak alanlardaki meralarda bulunmasından dolayı "mera kaynaklı" bir enfeksiyon olarak kabul edilmektedir. Türkiye'de aralarında Bursa ilinin de bulunduğu özellikle süt üretimi amacıyla yetiştiricilik yapılan yörelerde, sığırlar "entansif sistemde" (yarı veya tam kapalı) bakılmakta, meraya çıkış ise neredeyse hiç söz konusu olmamaktadır. Afyon ve Kayseri illerinde yapılan iki araştırmada kapalı sistemde bakılmalarına rağmen sığırlarda Paramphistomosis saptanmıştır. Ancak muayene edilen hayvanların ara ara meraya çıkmaları (Kırcalı-Sevimli ve ark., 2005), veya yakın geçmişlerinde meraya çıkış öyküsü (Yıldırım ve ark., 2000) bulunması, hayvanlardaki enfeksiyonların muhtemel açıklaması olarak kabul edilebilir. Bu olgudaki hayvan ise, en son düve döneminde merada bulunmuş, daha sonra kapalı sistem besiyeye geçilerek ölünceye kadar hiç meraya çıkmamış olmasına rağmen Paramphistomosis ile enfekte bulunmuştur. Erişkin parazitlerin son konaklardaki yaşam süreleri uzun olup, bu süre 7 yıla varabilir (Tınar, 2006). Olgu konusu olan hayvanın hikayesi, düve döneminde etkenleri meradan almış olabileceğini veya entansif beslendiği dönemde biçilen ve yedirilen metaserkerli otlarla enfekte olmuş olabileceğini düşündürmektedir. Zira hayvana en son düve döneminde, *Paramphistomidae* etkenlerine hiçbir etkisi bulunmayan ivermectin uygulanmış ve sonrasında da herhangi bir "iç parazit" ilaçlaması yapılmamıştır.

Paramphistomidae enfektif metaserkerleri, merada otlarda hatta durgun su yüzeyinde en az 3 ay canlı kalabilirler (Morley, 2018). Dolayısıyla Paramphistomosis'li hayvanların gezindiği veya otladığı meralardan biçilen taze otların meraya çıkmayan hayvanlara yedirilmesiyle de enfeksiyonun bulaşma ihtimali bulunmaktadır. Bu durumda, olgu konusu hayvanın uzun süredir meraya çıkmamış olması bu ihtimali destekler niteliktedir.

Yem olarak hayvana aynı zamanda silaj da verilmiştir. Metaserker gibi enfektif parazitler formlar, silaj

içerisinde normalde kısa sürede canlılıklarını kaybederler. Ancak kuralına uygun hazırlanmayan silajlarda (anaerobik şartların oluşmadığı), sığırların bir diğer önemli trematod paraziti olan *Fasciola hepatica* metaserkerlerinin canlılıklarını devam ettirdikleri ve silajın bu şekilde sığırlar için enfeksiyon kaynağı olabileceği gösterilmiştir (John ve ark., 2020). *Paramphistomidae* metaserkerleri ile ilgili bu yönde henüz bir bilgi olmamakla birlikte *F. hepatica* metaserker gelişim şartlarına benzerliğinden dolayı Paramphistomosis'in de bu şekilde bulaşması ihtimal dahilindedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu olguda hayatının büyük bir kısmını kapalı sistemde geçiren bir inekte, "mera kaynaklı" olduğu kabul edilen Paramphistomosis enfeksiyonunu saptanmıştır. Dolayısıyla hayvan yetiştiricileri ve hatta bazen veteriner hekimlerin "entansif besleme şartlarında bakılan hayvanlarda iç parazit olmaz" düşüncesinin çok doğru olmadığı, çiftliğe özgü yetiştirme, bakım ve besleme gibi faktörlerin hayvanlara (endo) parazitler enfeksiyonların bulaşmasında önemli rol oynadığı görülmektedir. Sunulan olgu özelinde Paramphistomosis'in; ya çok genç yaşlarda alınan bir enfeksiyonun devamı niteliğinde olduğu veya metaserkerlerle kontamine mera otlarının biçilip taze olarak hayvana yedirilmesiyle, ya da metaserker ihtiva eden silaj yedirilmesiyle bulaşmış olabileceğini düşündürmektedir. Bu bağlamda, bu tarz besleme ve yetiştirme şartlarında olan hayvanların "koruyucu hekimlik" konseptine uygun olarak belirli aralıklarla helmint enfeksiyonları yönünden de laboratuvar muayenelerinin yapılması uygun olacaktır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

AY olgunun ilk değerlendirmesini ve nekropsiyi yapmıştır. MÖ ve VYÇ organ muayenesini ve parazit analizlerini yapmıştır. ÖY histopatolojiyi yapmıştır. VYÇ makaleyi yazmış, tüm yazarlar sonuçları beraber tartışmış ve makalenin son haline katkıda bulunmuşlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Acıöz, M., Çeliksöz, A., Özçelik, S., & Değerli, S. (2016). Sivas yöresi sığırlarında *Paramphistomum* spp. yaygınlığı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1(2), 7-10. <https://doi.org/10.24880/maevfd.287345>.
- Anuracpreeda, P., Tepsupornkul, K., & Chawengkirttikul, R. (2017). Immunodiagnosis of Paramphistomosis using monoclonal antibody-

- based sandwich ELISA for detection of Paramphistomum gracile circulating 16 kDa antigen. *Parasitology*, 144, 899–903. <https://doi.org/10.1017/S003118201600264X>.
- Atcheson, E., Skuce, P. J., Oliver, N. A. M., McNeilly, T. N., & Robinson, M. W. (2020). *Calicophoron daubneyi* - the path toward understanding its pathogenicity and host interactions. *Frontiers in Veterinary Science*, 7(606). <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00606>.
- Celep, A., Açıcı, M., Çetindağ, M., Coşkun, Ş. Z., & Gürsoy, S. (1990). Samsun yöresi sığırlarında helmintolojik araştırmalar. *Etilik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 6(6), 117-130. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/evmd/issue/61211/835003>.
- Fenemore, C., Floyd, T., & Mitchell, S. (2021). Rumen fluke in Great Britain. *Journal of Comparative Pathology*, 184, 31-36. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2021.01.012>.
- Ferreras, M. C., González-Lanza, C., Pérez, V., Fuertes, M., Benavides, J., Mezo, M., González-Warleta, M., Giráldez, J., Ibeas, A. M. M., Delgado, L., Fernández, M., & González, M. Y. M. (2014). *Calicophoron daubneyi* (Paramphistomidae) in slaughtered cattle in Castilla y León (Spain). *Veterinary Parasitology*, 199, 268–271. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.10.019>.
- Foster, A.P., Otter, A., O'Sullivan, T., Cranwell, M.P., Twomey, D.F., Millar, M.F., Taylor, M.A., 2008. Rumen fluke (paramphistomosis) in British cattle. *Vet. Rec.* 162, 528.
- Fuertes, M., Pérez, V., Benavides, J., González-Lanza, M. C., Mezo, M., González-Warleta, M., Giráldez, F. J., Fernández, M., González, M. Y. M., & Ferreras, M. C. (2015). Pathological changes in cattle naturally infected by *Calicophoron daubneyi* adult flukes. *Veterinary Parasitology*, 209, 188–96. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.02.034>.
- Huson, K. M., Oliver, N. A. M., Robinson, & M. W. (2017). Paramphistomosis of ruminants: an emerging parasitic disease in Europe. *Trends Parasitology*, 339, 836–44. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2017.07.002>.
- John, B. C., Davies, D. R., Howell, A. K., Williams, D. J. L., & Hodgkinson, J. E. (2020). Anaerobic fermentation results in loss of viability of *Fasciola hepatica* metacercariae in grass silage. *Veterinary Parasitology*, 285, 109218. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109218>.
- Kahl, A., Himmelstjerna, G. V. S., Krücken, J., & Ganter, M. (2021). Chronic wasting due to liver and rumen flukes in sheep. *Animals*, 11(2), 549. <https://doi.org/10.3390/ani11020549>.
- Kara, M., Gicik, Y., Sari, B., Bulut, H., & Arslan, M. Ö. (2009). A slaughter house study on prevalence of some helminths of cattle and sheep in Malatya province, *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 8(11), 2200-2205. <https://www.Medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2009.2200.2205>.
- Kırcalı-Sevimli, F., Köse, M., Kozan, E., & Doğan, N. (2005). Afyon ili sığırlarda Paramphistomosis ve Distomatosisin genel durumu. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 29(1), 43-46. <https://search.trdizin.gov.tr/yayin/detay/46938/>.
- Millar, M., Colloff, A., & Scholes, S. (2012). Disease associated with immature paramphistome infection. *Veterinary Record*, 171(20), 509–510. <https://doi.org/10.1136/vr.e7738>.
- Mitchell, G., Zadoks, R. N., & Skuce, P. J. (2021). A universal approach to molecular identification of rumen fluke species across hosts, continents, and sample types. *Frontiers in Veterinary Science*, (7), 605259. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.605259>.
- Morley, N. J. (2018). Paramphistomosis of ruminants: the role of free-living metacercariae. *Trends in Parasitology*, 34(2), 97-98. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183073853>.
- Murphy, T.M., Power, E.P., Sanchez-Miguel, C., Casey, M.J., Toolan, D.P., Fagan, J.G., 2008. Paramphistomosis in Irish cattle. *Vet. Rec.* 162, 831.
- O'Shaughnessy, J., Garcia-Campos, A., McAloon, C. G., Fagan, S., de Waal, T., McElroy, M., Casey, M., Good, B., Mulcahy, G., Fagan, J., Murphy, D & Zintl, A. (2018). Epidemiological investigation of a severe rumen fluke outbreak on an Irish dairy farm. *Parasitology*, 145(7), 948-952.
- Tınar, R. (2006). *Trematoda. (Helmintoloji)* R. Tınar (Ed.), Nobel Yayınevi. Ankara
- Tınar, R., Coşkun, Ş. Z., Doğan, H., Demir, S., & Akyol, Ç. V. (1992). Güney Marmara bölgesi ruminantlarında Amphistomum türlerinin bulunuşu ve yayılışı. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 16, 187-197.
- Waal, T. & Mehmood, K. (2021). Trematode infection in ruminants. *Frontiers in Veterinary Science*, 8(719577). <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.719577>.
- Yıldırım, A., Kozan, E., Kara, M., & Öge, H. (2000). Kayseri bölgesinde kapalı sistemde yetiştirilen sığırlarda helmint enfeksiyonlarının durumu. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 47(3), 333-337.