

Uluslararası Hakemli Dergi
International Peer Reviewed Journal

e-ISSN: 2149-8245



Yıl/Year: 2021

Cilt/Volume: 7

Sayı/Issue: 3

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY FACULTY OF AGRICULTURE

ULUSLARARASI TARIM VE YABAN HAYATI BİLİMLERİ DERGİSİ

**INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE
AND WILDLIFE SCIENCE**

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY
FACULTY OF AGRICULTURE

ULUSLARARASI TARIM VE YABAN HAYATI
BİLİMLERİ DERGİSİ

INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURAL AND
WILDLIFE SCIENCES

Cilt	7	Sayı	3	2021
Volume		Issue		

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi	International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences
Dergi web sayfası: http://dergipark.org.tr/ijaws	Journal homepage: http://dergipark.org.tr/ijaws

Baş Editör

Editor-in-Chief

Doç. Dr. Hakan KİBAR, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Konu Editörleri

Subject Editors

Prof. Dr. Todd WEHNER, North Carolina State University
Prof. Dr. José Eduardo Brasil Pereira PINTO, Federal University of Lavras
Prof. Dr. Handan ESER, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Prof. Dr. Halil KÜTÜK, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa SÜRMEK, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Doç. Dr. Yusuf ARSLAN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. İhsan CANAN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Beyhan KİBAR, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Cihangir KİRAZLI, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Nezih OKUR, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Göksel ÖZER, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Ahmet ÖZTÜRK, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Doç. Dr. Ferit SÖNMEZ, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Doç. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin SAUK, Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Dr. Esin HAZNECİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Dil Editörü

Language Editor

Doç. Dr. B. Buhara YÜCESAN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Teknik Editörler

Technical Editors

Araş. Gör. Dr. Mehmet Zahit YEKEN, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Araş. Gör. Abdurrahman Sami KOCA, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Araş. Gör. Orkun EMİRALIOĞLU, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Danışma Kurulu

Advisory Board

Prof. Dr. Maria Luisa BADENES, Valencian Institute for Agricultural Research
Prof. Dr. Wolfgang KREIS, Friedrich Alexander University
Prof. Dr. Halil KÜTÜK, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER, Oregon State University
Prof. Dr. Anita SOLAR, University of Ljubljana
Prof. Dr. Petru TOMITA, State Agrarian University of Moldova
Assoc. Prof. Dr. Sergey KARA, Komrat Devlet Universiteti
Assoc. Prof. Dr. Iurie MELNIC, State Agrarian University of Moldova
Assoc. Prof. Dr. Frieder MULLER, Friedrich Alexander University
Doç. Dr. İlker KILIÇ, Bursa Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr. Süleyman TEMEL, Iğdır Üniversitesi

Ürün Bilgisi (Product Information)

Yayıncı
Publisher

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Bolu Abant Izzet Baysal University

Sahibi (BAİBÜZF Adına)
Owner (On Behalf of BAIBUZF)

Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ, Dekan (Dean)

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Editor-in-Chief

Doç. Dr. Hakan KİBAR

Teknik Editörler
Technical Editors

Araş. Gör. Dr. Mehmet Zahit YEKEN
Araş. Gör. Abdurrahman Sami KOCA
Araş. Gör. Orkun EMİRALİOĞLU

Yayın Dili
Language

Türkçe, İngilizce
Turkish, English

Yayın Aralığı
Frequency

Yılda üç kez yayınlanır
Published three times a year

Yayın Türü
Type of Publication

Hakemli yaygın süreli yayın
Double-blind peer-reviewed

Dergi ISSN
Journal ISSN

2149-8245 (Online)

Dergi Yönetim Adresi

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri
Dergisi
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
14280, Bolu-TÜRKİYE

Journal Management Address

International Journal of Agricultural
and Wildlife Sciences
Bolu Abant Izzet Baysal University
Faculty of Agriculture
14280, Bolu-TURKEY

Telefon: +90 374 2534345

Faks: +90 374 2534346

E-posta: ijawseditor@ibu.edu.tr

Telephone: +90 374 2534345

Fax: +90 374 2534346

E-mail: ijawseditor@ibu.edu.tr

Tarandığı İndeksler

Indexed



İÇİNDEKİLER-CONTENTS

Bahçe Bitkileri/Horticultural Sciences

'Eşme' Ayva Çeşidinin Farklı Meyve Kısımlarının Biyoaktif İçerikleri

Bioactive Contents of Different Fruit Parts of 'Eşme' Quince Cultivar

Orhan KARAKAYA, Mehmet Fikret BALTA 344 - 352

İğdir'da Doğal Olarak Yetişen İğdelerin (*Elaeagnus angustifolia* L.) Seleksiyonu

Selection of Russian Olives (*Elaeagnus angustifolia* L.) Naturally Grown in İğdir

Kasım DUMAN, Mücahit PEHLUVAN, Rafet ASLANTAŞ, Ersin GÜLSOY 353 - 359

Bazı Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Çeşit ve Tiplerinde Gynogenesis Yolu ile Haploid Embriyo ve Bitki Eldesi

Obtaining Haploid Embryo and Plant by Gynogenesis in Some Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Cultivars and Types

Esmanur DEMİREL, Ahmet Naci ONUS 360 - 367

Morphological Diversity of *Pyrus elaeagrifolia* Pall. Ecotypes in Eastern Anatolia Region

Doğu Anadolu Bölgesi *Pyrus elaeagrifolia* Pall. Ekotiplerinin Morfolojik Çeşitliliği

Mehmet Ramazan BOZHÜYÜK 368 - 372

Effects of Different Biological Fertilizers Formulated with Multiple Bacteria and Carriers in Pazar 20 Tea Clone on Leaf Enzyme Activity

Çoklu Bakterilerle Oluşturulmuş Farklı Biyolojik Gübre Formulasyonlarının Pazar 20 Çay Klonunda Yaprak Enzim Aktivitesine Etkileri

Yaşar ERTÜRK, Ramazan ÇAKMAKÇI, Meral KUTLU 373 - 387

Çukurova Ekolojik Koşullarına Uygun Bazı Karpuz Çeşitlerinin Kuraklığa Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi

Determination of Drought Tolerance Levels of Watermelons Suitable to Cukurova Region Ecological Conditions

Hayriye Yıldız DAŞGAN, Musa KILINÇ, Sultan DERE, Boran İKİZ

..... 388 - 403

Dut Türlerine Ait Meyvelerin Organik Asit ve C vitamini İçerikleri Üzerine Farklı Kurutma Tekniklerinin Etkisi

Effect of Different Drying Techniques on Organic Acid and Vitamin C Contents of Mulberry Species Fruits

Müjde KIRALAN, Muttalip GÜNDOĞDU 404 - 411

Anaçların 'Deveci' Armudunun Verim Özellikleri Üzerine Etkisi

The Influence of Rootstocks on Yield Characteristics of 'Deveci' Pear

Ahmet ÖZTÜRK 412 - 420

Bitki Koruma/Plant Protection

Response of Some Important Olive Cultivars against Wilt Disease Caused by *Verticillium dahliae* Kleb.

Bazı Zeytin Çeşitlerinin Solgunluk Hastalığı Etmeni *Verticillium dahliae* Kleb. Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi

Furkan COŞKUN, Yaşar ALPTEKİN 421 - 428

Field Performance of Entomopathogenic Nematodes against the Larvae of *Zabrus spp.* Clairville, 1806 (Coleoptera: Carabidae)

Entomopatojen Nematodların Arazi Koşullarında *Zabrus spp.* Clairville, 1806 (Coleoptera: Carabidae) Larvalarına Karşı Etkinliği

Yunus Emre TAŞKESEN, Ebubekir YÜKSEL, Ramazan CANHİLAL..... 429 -437

Genetic variability of Grapevine Leafroll-Associated Virus-1,2,3,4 Infecting Vineyards in Tokat Province of Turkey

Tokat ili Bağlarda Grapevine leafroll-associated virus -1,2,3,4'ün yaygınlığı ve Genetik Değişkenliği

Kübra SARITAŞ, Şerife TOPKAYA 438 - 446

Population Density of *Bangasternus planifrons* in Eskişehir Safflower Cultivation Areas

Eskişehir Aspir Alanlarında *Bangasternus planifrons*'un Populasyonun Yoğunluğu

Cenk YÜCEL, Aydemir BARIŞ 447- 452

Tarım Ekonomisi/Agricultural Economics

Sanayi İşletmecilerince Algılanan Çevre Sorunları ve Nedenleri (TR83 Bölgesi Araştırması)

Environmental Problems Perceived and Causes by Industrial Operators (TR83 Region Survey)

Hayati GÖNÜLTAŞ, Halil KIZILASLAN 453 -464

Kırdan Kente Göç Eden Ailelerin Kız Çocuklarına Yönelik Tutum ve Davranışları (Tokat İli Merkez İlçe Araştırması)

Attitudes and Behaviours Toward Daughters of Families That Have Immigrated from Rural to Urban (Tokat Province Central District Research)

Nuray KIZILASLAN, Eda SOLMAZ 465 - 476

Kooperatif Markalı Ürünlere Yönelik Tüketici Tercihleri: Tokat İli Merkez İlçe Örneği

Consumer Preferences for Cooperative Branded Products: The Case of Tokat Province Central District *Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU* 477 - 484

Samsun İli Alaçam İlçesinde Köy Ürünleri Pazarında Doğrudan Pazarlama ve Pazarlama Etkinliği

Direct Marketing and Marketing Efficiency in The Village Products Market in Alaçam District of Samsun Province

Kerem HAZNECİ, Esra ANAKÖK 485 - 494

Tarım Makinaları/Agricultural Machinery

Seed Damage Test for Roller-Type Device Designed at Different Flute Helical Angles

Farklı Oluk Helis Açılarında Tasarlanan Makaralı Tip Ekici Düzen için Tohum Hasarının Belirlenmesi

Emrah KUŞ 495 - 502

Tarımsal Uygulamalarda ANSYS Kullanımı: Tarım Arabası Aksı Modellenmesi ve Analizi Örneği

Use of ANSYS in Agricultural Applications: Trailer Axle Modeling and Analysis Example

İsmail TERZİ, Mehmet Metin ÖZGÜVEN, Ziya ALTAŞ 503 - 514

Tarımsal Yapılar ve Sulama/Agricultural Structures and Irrigation

Comparative Analysis of Artificial Intelligence and Nonlinear Models for Broiler Growth Curve

Etlük Piliç Büyüme Eğrisinin Tahmininde Yapay Zeka ve Doğrusal Olmayan Modellerin Karşılaştırmalı Analizi

Erdem KÜÇÜKTOPCU, Bilal CEMEK 515 - 523

Tarla Bitkileri/Field Crops

Aktaş Yoncası (*Melilotus alba Desr.*) Genotiplerinin Sekonder Metabolit İçeriği Bakımından Değerlendirilmesi

Evaluation of White Sweet Clover (*Melilotus alba Desr.*) Genotypes in terms of Secondary Metabolite Contents

İlknur YILDIRIM, Yasin Emre ÖZTÜRK, Yusuf Murat KARDEŞ, Erdem GÜLÜMSER, Hanife MUT 524 – 532

Effects of Thidiazuran and Zeatin on Plant Regeneration in *Helichrysum pallasii*

Thiadiazuron ve Zeatin'in *Helichrysum pallasii*'de Bitki Rejenerasyonuna Etkisi

Emine YURTERİ, Merve AKSU, Haydar KÜPLEMEZ, Aysel ÖZCAN, Fatih SEYİS 533 - 539

Exploring the Phenotypic Diversity for Seed Mineral Contents in Turkish Faba Bean Germplasm

Türk Bakla Genetik Kaynaklarının Tohum Mineral İçeriği için Fenotipik Çeşitliliğin Araştırılması

Muhammad Azhar NADEEM 540 - 550



Araştırma Makalesi

'Eşme' Ayva Çeşidinin Farklı Meyve Kısımlarının Biyoaktif İçerikleri

Orhan Karakaya^{1*} , Mehmet Fikret Balta² 

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sakarya
²Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu

Geliş tarihi (Received): 09.07.2021

Kabul tarihi (Accepted): 02.11.2021

Anahtar kelimeler:

Ayva, kabuk, meyve eti, fenolik, antioksidan

Özet. Araştırma, 'Eşme' ayva çeşidinin farklı meyve kısımlarının pH, suda çözünabilir kuru madde, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesini (DPPH ve FRAP testlerine göre) belirlemek amacıyla yürütülmüştür. 'Eşme' ayva çeşidinin farklı meyve kısımlarında pH 3.57 (meyve eti)-4.03 (kabuk), suda çözünabilir kuru madde %5.40 (kabuk)-12.22 (meyve eti), titre edilebilir asitlik %0.21 (kabuk)-0.78 (meyve eti), C vitamini 11.68 (tüm meyve)-202.27 (kabuk) mg 100 g⁻¹, toplam fenolik 56.78 (meyve eti)-974.32 (kabuk) mg 100 g⁻¹, toplam flavonoid 39.89 (meyve eti)-291.10 (kabuk) mg 100 g⁻¹, antioksidan aktivitesi 0.06 (meyve eti)-0.82 (kabuk) mmol 100 g⁻¹ (DPPH testine göre) ve 0.30 (meyve eti)-2.74 (kabuk) mmol 100 g⁻¹ (FRAP testine göre) arasında belirlenmiştir. Farklı meyve kısımlarına göre, toplam fenolik ile antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testlerine göre sırasıyla R²=1.0 ve R²=1.0) ve toplam flavonoid ile antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testlerine göre sırasıyla R²=1.0 ve R²=1.0) arasında yüksek pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Sonuç olarak, 'Eşme' ayva çeşidinin meyve kabuğunda meyve eti ve tüm meyveye göre toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

*Sorumlu yazar

orhankarakaya7@gmail.com

Bioactive Contents of Different Fruit Parts of 'Eşme' Quince Cultivar

Keywords:

Quince, peel, pulp, phenolic, antioxidant

Abstract. This research was carried out to determine pH, soluble solids content, titratable acidity, vitamin C, total phenolic, total flavonoid and antioxidant activity (according to DPPH and FRAP assays) of different fruit parts of 'Eşme' quince cultivar. pH, soluble solids content, titratable acidity, vitamin C, total phenolic, total flavonoid and antioxidant activity in the different fruit parts of 'Eşme' quince cultivar was determined from 3.57 (pulp) to 4.03 (peel), 5.40% (peel) to 12.22% (pulp), 0.21% (peel) to 0.78% (pulp), 11.68 (flesh) mg 100 g⁻¹ to 202.27 (peel) mg 100 g⁻¹, 56.78 (pulp) mg 100 g⁻¹ to 974.32 (peel) mg 100 g⁻¹, 39.89 (pulp) mg 100 g⁻¹ to 291.10 (peel) mg 100 g⁻¹, 0.06 mmol 100 g⁻¹ (pulp) to 0.82 (peel) mmol 100 g⁻¹ and 0.30 (pulp) mmol 100 g⁻¹ to 2.74 (peel) mmol 100 g⁻¹, respectively. According to different fruit parts, a high positive relation was determined from total phenolic to antioxidant activity (according to DPPH and FRAP assays R²=1.0 and R²=1.0, respectively) and total flavonoid to antioxidant activity (according to DPPH and FRAP assays R²=1.0 and R²=1.0, respectively). Consequently, in the peel of 'Eşme' quince cultivar was determined higher total phenolic, total flavonoid and, antioxidant activity than according to pulp and flesh.

GİRİŞ

Bitkisel gıdalar, yaşam için gerekli temel besin öğelerini karşılamakla birlikte, insan sağlığını teşvik eden ve hastalıkları engelleyici özelliklere sahip fenoliklerin ve antioksidanların önemli bir kaynağıdır. Meyve ve sebzeler kronik hastalıkların riskini azaltan ve insan sağlığını teşvik eden fitokimyasalların önemli bir kısmını içerir (Liu, 2003). Birçok araştırma, kansere sebep olan oksidatif stresin önlenmesinde ve yavaşlatılmasında, fenolikler, antioksidanlar ve karotenoidler gibi çeşitli fitokimyasalların etkili olduğunu ortaya koymuştur (Alesiani ve ark., 2010). Bunun yanında, son araştırmalar meyve ve sebzelerin zengin bir diyet ile ilişkili sağlığa yararlarını ortaya çıkarmıştır (Ricceri ve ark., 2017; Jhee ve ark., 2019).

Vitaminlerce zengin, önemli bir lif kaynağı ve düşük yağ içeriğine sahip olan meyve ve sebzelerin düzenli olarak tüketilmesi tavsiye edilmektedir. Düşük yağ içeriğine sahip olan ayva, birçok meyve türünden daha önemli besin içeriklerine sahiptir (Szychowski ve ark., 2014; Rasheed ve ark., 2018). Ayva organik asitler (malik asit, askorbik asit, aspartik asit, sitrik asit ve glutamik asit), mineral elementler (kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum ve demir), karbonhidratlar, lifler (çoğunlukla pektik ve selülozik polisakkaritler), proteinler, amino asitler, vitaminler ve tanenler bakımından zengindir (Thomas ve ark., 2000; Hegedus ve ark., 2013; Ali ve ark., 2015). Bunun yanında, ayva insan sağlığını teşvik eden ve birçok hastalığa karşı koruyucu etkiye sahip olan antioksidanlar ve fenoliklerin önemli bir kaynağıdır (Silva ve ark., 2002; Rop ve ark., 2011). Ayva içeriğindeki antioksidanlar ve fenoliklerden dolayı anti-kansorejen (Carvalho ve ark., 2010), anti-proliferatif (Alesiani ve ark., 2010), anti-ülseratif (Hamauzu ve ark., 2006), anti-mikrobiyal (Shaida ve ark., 2020) ve anti-inflamatuvar (iltihap sökücü) (Essafi-Benkhadir ve ark., 2012; Shaida ve ark., 2020) özelliklere sahiptir.

Ayva meyvesi sert, buruk ve asitli olması nedeniyle genellikle reçel, marmelat, püre, jöle ve meyve suyu yapımında kullanılır (Antoniewska ve ark., 2017). Bu değerlendirme şekillerinin başlıca yan ürünü kabuktur. Birçok araştırmacı toplam fenolik ve antioksidan içeriğinin meyve kabuğunda tüm meyve ve meyve etine göre daha fazla olduğunu bildirmektedir (Ajila ve ark., 2007; Vieira ve ark., 2009). Benzer şekilde, fenolik bileşiklerin önemli bir kaynağı olan ayvada, bu bileşiklerin büyük bir kısmı kabukta bulunur (Silva ve ark., 2002). Stojanovic ve ark. (2017), Sırbistan'da yetiştirilen ayva genotiplerinin meyve eti ve kabuğunda sırasıyla toplam fenolik içeriğini 71.03-158.89 mg 100 g⁻¹ ve 140.12-202.92 mg 100 g⁻¹, toplam flavonoid içeriğini 17.28-44.65 mg 100 g⁻¹ ve 41.23-63.41 mg 100 g⁻¹ arasında bildirmişlerdir.

Ayva meyvesinin etinde ve kabuğunda bulunan fenolik bileşikler farklılık gösterir. Meyve etinde çoğunlukla kafeoilkinik asitler, meyve kabuğunda ise hem kafeoilkinik asitler hem de önemli miktarda flavonol glikozitler bulunur (Papp ve ark., 2013). Meyve kabuğunun neo-klorojenik asit (5-O-caffeoilquinic acid), klorojenik asit (3-O-caffeoilquinic acid) ve rutin (quercetin-3-rutinoside), meyve etinin ise neo-klorojenik asit, klorojenik asit ve izoklorojenik asit (3,5-dicaffeoilquinic acid) bakımından zengin olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında izoklorojenik asit, hiperozid (quercetin-3-galactoside) ve izokuersetin (quercetin-glucoside)'in kabukta bulunan diğer önemli bileşikler olduğu bildirilmiştir (Stojanovic ve ark., 2017). Bu fenolik bileşiklerin her birinin sağlık üzerine farklı etkilerinin olduğu ifade edilmektedir (Francini ve Sebastiani, 2013).

Ayva yetiştiriciliği açısından oldukça uygun ekolojik koşullara sahip olan ülkemizde, Eşme, Limon, Ekmek, Demir ve Bardak yetiştiriciliği yapılan önemli çeşitlerdir. Marmara Bölgesi başta olmak üzere, Ege, Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri ayva yetiştiriciliği açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Ülkemiz yaklaşık 181 bin ton ayva üretimiyle dünyada lider konumdadır. Ayva üretim miktarı bakımından ülkemizi Çin, Özbekistan ve İran takip etmektedir (FAO, 2021). Önemli bir ayva üreticisi olan ülkemizde ayvanın biyokimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik yürütülen araştırma sayısı oldukça azdır. Bunun yanında ayva çeşitlerimizin farklı meyve kısımlarının biyokimyasal özelliklerinin incelendiği bir araştırma da bulunmamaktadır. Bu bakımdan ülkemizde yetiştirilen ayva çeşit ve genotiplerinin biyokimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik yapılacak çalışmalar önemlidir.

Bu araştırma, ülkemizin önemli ayva çeşitlerinden 'Eşme' çeşidinin farklı meyve kısımlarının (meyve eti, meyve kabuğu ve tüm meyvede) pH, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Araştırma, 2019 ve 2020 yıllarında Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Arazisinde yürütülmüştür. Araştırmanın materyalini çöğür anaç üzerine aşıllı Eşme ayva çeşidi ile tesis edilmiş 5 yaşlı bahçeden alınan meyveler oluşturmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü bahçe 3.5 x 4.0 m sıra arası ve üzeri mesafelerle tesis edilmiş ve ağaçlara goble terbiye sistemi uygulanmıştır. Araştırma süresince kültürel ve teknik uygulamalar düzenli olarak yerine getirilmiştir. Sulama damla sulama yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Araştırma 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 ağaç olacak şekilde planlanmıştır. Analizler için, hasat zamanında her ağaçtan 10 meyve derlenmiştir. Hasat edilen meyvelerde pH, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TA), C vitamini, toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testlerine göre) incelenmiştir. Biyokimyasal içerikler meyve kabuğunda, meyve etinde ve tüm meyvede (kabuk ve meyve eti birlikte) belirlenmiştir.

pH, Suda Çözünabilir Kuru Madde (%) ve Titre Edilebilir Asitlik (%)

İncelenen eşme ayva çeşidinin farklı meyve kısımlarından elde edilen meyve suyunda pH değeri dijital pH metre (Hanna, HI4221, ABD) ve suda çözünebilir kuru madde içeriği dijital refraktrometre (Atago, PAL-1, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Titre edilebilir asitlik içeriğinin belirlenmesi için elde edilen meyve suyu saf su ile seyreltilerek (1:1), sodyum hidroksit (0.1 N) ile pH değeri 8.1'e gelinceye kadar titre edilmiştir.

C Vitamini (mg 100 g⁻¹)

C vitamini içeriği meyve suyunda reflektometre (RQ flex, Plus 10, Merck, Almanya) yardımıyla belirlenmiştir. Okunan değer mg 100 g⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

Toplam Fenolik (mg 100 g⁻¹)

Hazırlanan stok çözeltilerden 1000 µL alınarak üzerine 3.6 mL saf su, 100 µL folin reaktifi ve 300 µL Na₂CO₃ ilave edilmiş ve 2 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Hazırlanan numunelerde absorbans değerleri spektrofotometre (Shimadzu, UVmini-1240, Japonya) 760 nm'de belirlenmiştir. Okunan absorbans değerleri gallik aside eş değer mg 100 g⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Beyhan ve ark., 2010).

Toplam Flavonoid (mg 100 g⁻¹)

Hazırlanan stok çözeltilerden 1000 µL alınarak üzerine 3.3 mL metanol, 100 µL sodyum asetat ve 100 µL alüminyum klorür ilave edilmiş ve 40 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Hazırlanan numunelerde absorbans değerleri spektrofotometre 415 nm'de ölçülmüştür. Okunan absorbans değerleri kuersetin cinsinden hesaplanarak, mg 100 g⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Zhishen ve ark., 1999).

Antioksidan Aktivitesi (mmol 100 g⁻¹)

DPPH Yöntemi

DPPH yöntemine göre antioksidan aktivitesi Blois (1958)'e göre belirlenmiştir. Hazırlanan stok çözeltilerden 200 µL alınarak üzerine 2.8 mL etil alkol ve 1 mL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Absorbans değerleri spektrofotometrede 517 nm'de ölçülmüştür. Okunan değerler torolox cinsinden mmol 100 g⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

FRAP Yöntemi

FRAP yöntemine göre antioksidan aktivitesi Benzie ve Strain (1996)'e göre belirlenmiştir. Hazırlanan stok çözeltilerden 200 µL alınarak üzerine 1050 µL fosfat tamponu ve 1.25 mL potasyum ferrik siyanit ilave edilerek, 30 dakika 50°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra numuneler üzerine 1.25 mL TCA ve 250 µL demir klorür ilave edilmiştir. Absorbans değerleri spektrofotometrede 700 nm'de ölçülmüştür. Okunan değerler torolox cinsinden hesaplanarak, mmol 100 g⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Verilerin değerlendirilmesi SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılarak %5 önem seviyesinde belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

İncelenen Eşme ayva çeşidinde pH değeri tüm meyvede 3.68, meyve etinde 3.57 ve meyve kabuğunda 4.03; suda çözünebilir kuru madde tüm meyvede %11.13, meyve etinde %12.22 ve meyve kabuğunda %5.40; titre edilebilir asitlik tüm meyvede %0.76, meyve etinde %0.78 ve meyve kabuğunda %0.21 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Ayvada farklı meyve kısımlarının pH, suda çözünebilir kuru madde ve titre edilebilir asitlik içeriğinin belirlenmesine yönelik bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Ancak, farklı armut genotipleri ile yapılan bir araştırmada meyve kabuğunda pH değerinin yüksek, suda çözünebilir kuru madde ve titre edilebilir asitlik içeriklerinin ise düşük olduğu bildirilmiştir (Öztürk ve ark., 2015). Mevcut çalışmada da benzer durum tespit edilmiştir. Bunun

yanında, Eşme ayva çeşidinde yapılan araştırmalarda, Ankara yöresinde suda çözünebilir kuru madde %13.4 ve titre edilebilir asitlik 0.95 (Tuna-Güneş ve Dumanoğlu, 2005); Tokat yöresinde pH 2.98, suda çözünebilir kuru madde %13.63 ve titre edilebilir asitlik 0.99 (Gerçekcioğlu ve ark., 2014); Şanlıurfa yöresinde pH 3.49, suda çözünebilir kuru madde %15.60 ve titre edilebilir asitlik 0.63 (Bolat ve İkinci, 2015); Eğirdir (Isparta) ekolojik koşullarında suda çözünebilir kuru madde %13.40 ve titre edilebilir asitlik 0.88 (Çalhan ve Koyuncu, 2018) olarak bildirilmiştir. Mevcut çalışmada meyve etine ait pH ve titre edilebilir asitlik değerlerinin araştırmacıların bulgularıyla uyumlu, suda çözünebilir kuru madde değerinin ise düşük olduğu belirlenmiştir. Görülen bazı farklılıkların ise başta ekolojik koşullar olmak üzere, meyvenin olgunluk durumundan, teknik ve kültürel uygulamalardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 1. Eşme ayva çeşidinin farklı meyve kısımlarının pH, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik ve C vitamini içeriği.

Table 1. pH, soluble solids content, titratable acidity and vitamin C content of different fruit parts of 'Eşme' quince cultivar.

Meyve kısımları	pH	Suda çözünebilir kuru madde (%)	Titre edilebilir asitlik (%)	C vitamini (mg 100 g ⁻¹)
Tüm meyve	3.68±0.01 b*	11.13±0.10 b	0.76±0.01 b	13.60±0.15 b
Meyve eti	3.57±0.01 c	12.22±0.12 a	0.78±0.01 a	11.70±0.29 c
Kabuk	4.03±0.03 a	5.40±0.05 c	0.21±0.01 c	20.50±0.25 a

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (p<0.05).

İncelenen Eşme ayva çeşidinde C vitamini içeriği tüm meyvede 13.60 mg 100 g⁻¹, meyve etinde 11.70 mg 100 g⁻¹ ve meyve kabuğunda 20.50 mg 100 g⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Ayvada farklı meyve kısımlarının C vitamini içeriğinin belirlendiği bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Ancak farklı meyve türleri ile yapılan araştırmalarda C vitamini içeriğinin meyve kabuğunda meyve etine göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Öztürk ve ark., 2015; Liu ve ark., 2015). Mevcut çalışmada da C vitamini içeriği bakımından benzer durum belirlenmiştir. Bunun yanında C vitamini içeriği, Çek Cumhuriyeti'nde yetiştirilen bazı ayva çeşitleri ve genotiplerinde tüm meyvede 41.12-79.31 mg 100 g⁻¹ (Rop ve ark., 2011), Polonya'da yetiştirilen bazı ayva çeşitlerinde tüm meyvede 5.9-26.4 mg 100 g⁻¹ (Wojdylo ve ark., 2013), Pakistan'da yetiştirilen farklı ayva genotiplerinde tüm meyvede 15.14-15.46 mg 100 g⁻¹ (Rasheed ve ark., 2018) arasında bildirilmiştir. C vitamini içeriği bakımından elde edilen bulgular büyük oranda araştırmacıların bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Görülen bazı farklılıkların başta çeşit ve ekolojik koşullar olmak üzere, olgunluk durumu, kültürel ve teknik uygulamalardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Fenolik bileşikler doğada yaygın olan sekonder metabolitlerdir. Fenolikler, antioksidan aktiviteleri nedeniyle insan sağlığını teşvik eden önemli bileşiklerdir (Silva ve ark., 2008). İncelenen Eşme ayva çeşidinde toplam fenolik içeriği tüm meyvede 100.9 mg 100 g⁻¹, meyve etinde 56.8 mg 100 g⁻¹ ve meyve kabuğunda 974.3 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Toplam fenolik içeriği, Ankara yöresinde yetiştirilen Eşme ayva çeşidinde tüm meyvede 282.3 mg 100 g⁻¹ (Karadeniz ve ark., 2005) olarak belirlenmiştir. Bunun yanında, farklı ayva çeşitleri ve genotiplerinde toplam fenolik içeriği, Portekiz'de meyve etinde 150.2 mg 100 g⁻¹ ve meyve kabuğunda 708.7 mg 100 g⁻¹ (Silva ve ark., 2004); Tunus'ta meyve etinde 37-47 mg 100 g⁻¹ ve meyve kabuğunda 105-157 mg 100 g⁻¹ (Fattouch ve ark., 2007); İspanya'da yetiştirilen 9 ayva genotipinde meyve etinde 40-100 mg 100 g⁻¹ ve meyve kabuğunda 200-430 mg 100 g⁻¹ (Legua ve ark., 2013); Sırbistan'da yetiştirilen ayva genotiplerinde meyve etinde 71.03-158.89 mg 100 g⁻¹ ve meyve kabuğunda 140.12-202.92 mg 100 g⁻¹ arasında bildirilmiştir (Stajonovic ve ark., 2017). Farklı ayva çeşitleri ve genotipleri ile yürütülen araştırmalar incelendiğinde meyve kabuğunun meyve etine göre daha yüksek toplam fenolik içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmada da toplam fenolik içeriğinin meyve kabuğunda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayvada toplam fenolik içeriğinin genetik yapı (Legua ve ark., 2013; Wojdylo ve ark., 2013), ekolojik koşullar (Silva ve ark., 2005), meyvenin olgunluk durumu (Blanda ve ark., 2020), teknik ve kültürel uygulamalardan (Grinan ve ark., 2019) etkilenebileceği rapor edilmiştir.

Antioksidan aktiviteye sahip olan flavonoidler, fenolik bileşiklerin en geniş grubudur (Middleton ve Kandaswami, 1986). İncelenen Eşme ayva çeşidinde toplam flavonoid içeriği tüm meyvede 50.3 mg 100 g⁻¹, meyve etinde 39.9 mg 100 g⁻¹ ve meyve kabuğunda 291.1 mg 100 g⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Toplam flavonoid içeriği Ankara yöresinde yetiştirilen Eşme ayva çeşidinde tüm meyvede 119.8 mg 100 g⁻¹ (Karadeniz ve ark., 2005) olarak bildirilmiştir. Bunun yanında, farklı ayva çeşitleri ve genotiplerinde toplam flavonoid içeriği, Sırbistan'da yetiştirilen ayva genotiplerinde meyve etinde 17.28-44.65 mg 100 g⁻¹ ve meyve kabuğunda 41.23-63.41 mg 100 g⁻¹ (Stajonovic ve ark., 2017) arasında belirlenmiştir. Hem mevcut çalışma hem de farklı ayva genotipleri ile yürütülen araştırmanın sonuçları fenolik bileşiklerin önemli bir kısmını oluşturan flavonoidlerin meyve kabuğunda meyve etine göre daha fazla olduğunu göstermiştir.

Çizelge 2. Eşme ayva çeşidinin farklı meyve kısımlarının toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testlerine göre).

Table 2. Total phenolics, total flavonoids and antioxidants activity (according to DPPH and FRAP assays) of different fruit parts of 'Eşme' quince cultivar.

Meyve kısımları	Toplam fenolik (mg 100 g ⁻¹)	Toplam flavonoid (mg 100 g ⁻¹)	DPPH (mmol 100 g ⁻¹)	FRAP (mmol 100 g ⁻¹)
Tüm meyve	100.9±1.26 b*	50.3±1.91 b	0.09±0.00 b	0.42±0.01 b
Meyve eti	56.8±0.33 c	39.9±4.28 b	0.06±0.00 c	0.30±0.03 c
Kabuk	974.3±24.18 a	291.1±8.07 a	0.82±0.01 a	2.74±0.06 a

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (p<0.05).

Antioksidanlar insan sağlığını teşvik eden önemli maddelerdir. Birçok hastalığa karşı koruyucu ve engelleyici etkiye sahip olan antioksidanların en önemli kaynağı meyvelerdir (Valko ve ark., 2007; Wootton-Beard ve Ryan, 2011). Farklı meyve türlerinde yapılan araştırmalarda meyve kabuğunun meyve etine göre antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Manzoor ve ark., 2012; Kolniak-Ostek, 2016). İncelenen Eşme ayva çeşidinde antioksidan aktivitesi DPPH ve FRAP testlerine göre sırasıyla tüm meyvede 0.09 mmol 100 g⁻¹ ve 0.42 mmol 100 g⁻¹; meyve etinde 0.06 mmol 100 g⁻¹ ve 0.30 mmol 100 g⁻¹; meyve kabuğunda 0.82 mmol 100 g⁻¹ ve 2.74 mmol 100 g⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Antioksidan aktivitesi, Ankara yöresinde yetiştirilen Eşme ayva çeşidinde tüm meyvede DPPH testine göre %57.5 (Karadeniz ve ark., 2005) ve Macaristan'da yetiştirilen farklı ayva çeşitlerinde FRAP testine göre tüm meyvede 5.99-63.10 mmol 100 g⁻¹ arasında belirlenmiştir (Papp ve ark., 2013). Bunun yanında, İspanya'da yetiştirilen 9 ayva genotipinde antioksidan aktivitesinin meyve kabuğunda meyve etine göre 7-8 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Legua ve ark., 2013). Mevcut çalışmada da antioksidan aktivitesi meyve kabuğunda meyve etine göre 9 (FRAP testine göre) ile 14 kat (DPPH testine göre) daha fazla belirlenmiştir. Ayvada antioksidan aktivitesinin genetik yapı (Legua ve ark., 2013; Wojdylo ve ark., 2013), ekolojik koşullar (Silva ve ark., 2005), bakım şartları (Grinan ve ark., 2019) ve meyvenin olgunluk durumundan (Blanda ve ark., 2020) etkilenebileceği ifade edilmiştir.

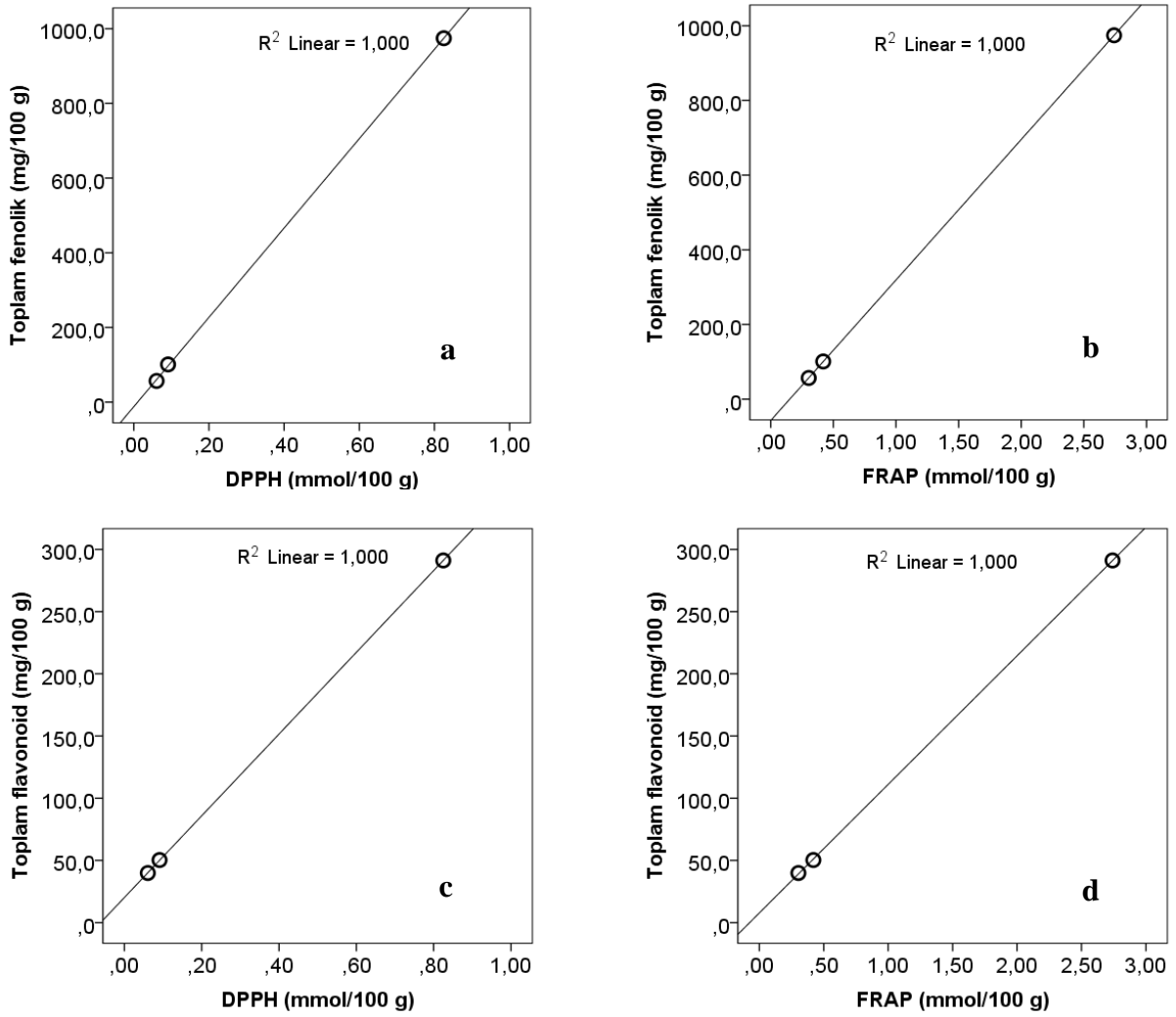
Eşme ayva çeşidinde farklı meyve kısımlarına göre, toplam fenolik ile antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testlerine göre sırasıyla r=1.0** ve r=1.0***) ve toplam flavonoid (r=1.0**) arasında, toplam flavonoid ile antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testlerine göre sırasıyla r=1.0** ve r=1.0**) arasında pozitif bir kolerasyon belirlenirken, titre edilebilir asitlik ile antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testlerine göre sırasıyla r=-1.0* ve r=-1.0**) ve toplam flavonoid (r=-1.0**) arasında negatif bir kolerasyon belirlenmiştir (p<0.05) (Çizelge 3). Bunun yanında, toplam fenolik ile antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testlerine göre sırasıyla R²=1.0 ve R²=1.0) ve toplam flavonoid ile antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testlerine göre sırasıyla R²=1.0 ve R²=1.0) arasında güçlü pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 1).

Çizelge 3. İncelenen biyokimyasal özellikler arasında önemli bulunan ilişkiler.

Table 3. Important relations in the between investigated biochemical properties.

	Toplam flavonoid	Toplam fenolik	Titre edilebilir asitlik
DPPH	1.0**	1.0*	-1.0*
FRAP	1.0**	1.0***	-1.0**
Toplam flavonoid	-	1.0**	-1.0**

*p<0.05; **p<0.005; ***p<0.0001



Şekil 1. Toplam fenolik ile DPPH (a) ve FRAP (b); toplam flavonoid ile DPPH (c) ve FRAP (d) arasındaki ilişkiler.
Figure 1. Relations from DPPH (a) and FRAP (b) with total phenolics; DPPH (c) and FRAP (d) with total flavonoids.

SONUÇ

'Eşme' ayva çeşidinin farklı meyve kısımlarının C vitamini, toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesinin belirlendiği çalışmada, bu özellikler bakımından meyvenin kısımları arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Nitekim, meyve kabuğunda meyve eti ve tüm meyveye göre daha fazla toplam fenolik (9-17 kat), toplam flavonoid (6-7 kat) ve antioksidan aktivite (6-14 kat) belirlenmiştir. Benzer şekilde, C vitamini içeriği de kabukta meyve etine göre yaklaşık 2 kat daha fazla bulunmuştur.

Sonuçlar, ayva kabuğunun meyve etine göre insan sağlığını teşvik eden fenoliklerin ve antioksidanların önemli bir kaynağı olduğunu göstermiştir. Bu durum, bu tür meyvelerde kabuğun soyularak tüketilmesi sonucunda önemli besin kayıplarının olabileceğini göstermiştir. Bu nedenle, biyoaktif bileşiklerin önemli bir kaynağı olan ayvanın kabukla birlikte tüketilmesi, bu maddelerden en üst düzeyde fayda sağlamak açısından önemlidir. Bunun yanında, ayvanın sanayide farklı ürünlere işlenmesi neticesinde yan ürün olarak ortaya çıkan meyve kabuğu gıdaların fenolik ve antioksidan içeriklerini arttırmak için kullanılabilir. Bu anlamda ve ülkemizde yetiştirilen diğer ayva çeşit ve genotiplerinin biyokimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik yapılacak çalışmalar önem arz etmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Ajila, C. M., Naidu, K. A., Bhat, S. G., & Rao, U. P. (2007). Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chemistry*, 105(3), 982-988.
- Alesiani, D., Canini, A., D'Abrosca, B., DellaGreca, M., Fiorentino, A., Mastellone, C., Monaco, P., & Pacifico, S. (2010). Antioxidant and antiproliferative activities of phytochemicals from quince (*Cydonia vulgaris*) peels. *Food Chemistry*, 118(2), 199-207.
- Ali, N., Abbas, A., Ali, A., Shahnawaz, M., Hussain, A., & Hussain, A. (2015). Physio-Chemical Nutritional and Sensory Evaluation of Local Quince Fruit of Nomal Village, Gilgit-Baltistan, Pakistan. *Sciences*, 4(6), 600-608.
- 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.
- Beyhan, Ö., Elmastaş, M., & Gedikli, F. (2010). Total phenolic compounds and antioxidant capacity of leaf, dry fruit and fresh fruit of feijoa (*Acca sellowiana*, Myrtaceae). *Journal of Medicinal Plant Research*, 4, 1065-1072.
- Blanda, G., Rodriguez-Roque, M. J., Comandini, P., Flores-Cordova, M. A., Salas-Salazar, N. A., Oscar, C. A., & Soto-Caballero, M. C. (2020). Phenolic profile and physicochemical characterization of quince (*Cydonia oblonga* Mill) fruits at different maturity index. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(4), 2306-2315.
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Bolat, İ., & İkinci, A. (2015). Eşme ayva (*Cydonia oblonga* Miller) çeşidinin GAP Bölgesindeki performansı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(1), 16-23.
- Carvalho, M., Silva, B. M., Silva, R., Valentao, P., Andrade, P. B., & Bastos, M. L. (2010). First report on *Cydonia oblonga* Miller anticancer potential: differential antiproliferative effect against human kidney and colon cancer cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(6), 3366-3370.
- Çalhan, Ö., & Koyuncu, M. A. (2018). Eşme Ayva (*Cydonia oblonga* Mill.) Çeşidinde Optimum Derim Tarihini Belirlemek İçin Uygun Kriterlerin Seçimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(2), 215-225.
- Essafi-Benkhadir, K., Refai, A., Riahi, I., Fattouch, S., Karoui, H., & Essafi, M. (2012). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) peel polyphenols modulate LPS-induced inflammation in human THP-1-derived macrophages through NF- κ B, p38MAPK and Akt inhibition. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 418(1), 180-185.
- FAO. (2021). Food and agriculture organization. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim tarihi: 26 Ekim 2021.
- Fattouch, S., Caboni, P., Coroneo, V., Tuberoso, C. I., Angioni, A., Dessi, S., Marzouki, N., & Cabras, P. (2007). Antimicrobial activity of Tunisian quince (*Cydonia oblonga* Miller) pulp and peel polyphenolic extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3), 963-969.
- Francini, A., & Sebastiani, L. (2013). Phenolic compounds in apple (*Malus x domestica* Borkh.): compounds characterization and stability during postharvest and after processing. *Antioxidants*, 2(3), 181-193.
- Gerçekcioğlu, R., Gencer, S., & Atasever, Ö. Ö. (2014). Tokat ekolojisinde yetiştirilen "Eşme" ve "Limon" ayva (*Cydonia vulgaris* L.) çeşitlerinin bitkisel ve pomolojik özellikleri. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 7(1), 01-05.
- Grinan, I., Galindo, A., Rodriguez, P., Morales, D., Corell, M., Centeno, A., Collado-Gonzalez, J., Torrecilas, A., Carbonell-Barrachina, A.A., & Hernández, F. (2019). Volatile composition and sensory and quality attributes of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruits as affected by water stress. *Scientia Horticulturae*, 244, 68-74.
- Hamazu, Y., Inno, T., Kume, C., Irie, M., & Hiramatsu, K. (2006). Antioxidant and antiulcerative properties of phenolics from Chinese quince, quince, and apple fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(3), 765-772.
- Hegedus, A., Papp, N., & Stefanovits-Bányai, É. (2013). review of nutritional value and putative health-effects of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit. *International Journal of Horticultural Science*, 19(3-4), 29-32.
- Jhee, J. H., Kee, Y. K., Park, J. T., Chang, T. I., Kang, E. W., Yoo, T. H., Kang, S. W., & Han, S. H. (2019). A diet rich in vegetables and fruit and incident CKD: a community-based prospective cohort study. *American Journal of Kidney Diseases*, 74(4), 491-500.
- Karadeniz, F., Burdurlu, H. S., Koca, N., & Soyer, Y. (2005). Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(4), 297-303.

- Kolniak-Ostek, J. (2016). Chemical composition and antioxidant capacity of different anatomical parts of pear (*Pyrus communis* L.). *Food Chemistry*, 203, 491-497.
- Legua, P., Serrano, M., Melgarejo, P., Valero, D., Martínez, J. J., Martínez, R., & Hernández, F. (2013). Quality parameters, biocompounds and antioxidant activity in fruits of nine quince (*Cydonia oblonga* Miller) accessions. *Scientia Horticulturae*, 154, 61-65.
- Liu, H., Cao, J., & Jiang, W. (2015). Evaluation and comparison of vitamin C, phenolic compounds, antioxidant properties and metal chelating activity of pulp and peel from selected peach cultivars. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2), 1042-1048.
- Liu, R. H. (2003). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(3), 517-520.
- Manzoor, M., Anwar, F., Mahmood, Z., Rashid, U., & Ashraf, M. (2012). Variation in minerals, phenolics and antioxidant activity of peel and pulp of different varieties of peach (*Prunus persica* L.) fruit from Pakistan. *Molecules*, 17(6), 6491-6506.
- Middleton E. J. R., & Kandaswami, C. (1986). *The impact of plant flavonoids on mammalian biology: implications for immunity, inflammation and cancer*. In J.B. Harborne (Ed.), *The Flavonoids* (pp. 619-651). Chapman and Hall, London, England.
- Öztürk, A., Demirsoy, L., Demirsoy, H., Asan, A., & Gül, O. (2015). Phenolic compounds and chemical characteristics of pears (*Pyrus communis* L.). *International Journal of Food Properties*, 18(3), 536-546.
- Papp, N., Szabó, T., Szabó, Z., Nyéki, J., & Hegedűs, A. (2013). Antioxidant capacity and total polyphenolic content in quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit. *International Journal of Horticultural Science*, 19(3-4), 33-35.
- Rasheed, M., Hussain, I., Rafiq, S., Hayat, I., Qayyum, A., Ishaq, S., & Awan, M. S. (2018). Chemical composition and antioxidant activity of quince fruit pulp collected from different locations. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 2320-2327.
- Ricceri, F., Giraud, M. T., Fasanelli, F., Milanese, D., Sciannone, V., Fiorini, L., & Sacerdote, C. (2017). Diet and endometrial cancer: a focus on the role of fruit and vegetable intake, Mediterranean diet and dietary inflammatory index in the endometrial cancer risk. *BMC Cancer*, 17(1), 757.
- Rop, O., Balík, J., Řezníček, V., Juríková, T., Škardová, P., Salaš, P., Sochor, J., Mlček, J., & Kramářová, D. (2011). Chemical characteristics of fruits of some selected quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(1), 65-73.
- Shaída, B., Singh, N. B., & Singh, K. (2020). In-vitro evaluation of anti-inflammatory and anti-microbial properties of ethanolic extract of *Cydonia Oblonga* seeds. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 79, 49-52.
- Silva, B. M., Andrade, P. B., Ferreres, F., Domingues, A. L., Seabra, R. M., & Ferreira, M. A. (2002). Phenolic profile of quince fruit (*Cydonia oblonga* Miller) (pulp and peel). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(16), 4615-4618.
- Silva, B. M., Andrade, P. B., Gonçalves, A. C., Seabra, R. M., Oliveira, M. B., & Ferreira, M. A. (2004). Influence of jam processing upon the contents of phenolics, organic acids and free amino acids in quince fruit (*Cydonia oblonga* Miller). *European Food Research and Technology*, 218(4), 385-389.
- Silva, B. M., Andrade, P. B., Martins, R. C., Valentão, P., Ferreres, F., Seabra, R. M., & Ferreira, M. A. (2005). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit characterization using principal component analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(1), 111-122.
- Silva, B. M., Seabra, R. M., Andrade, P. B., & Papadopoulos, K. N. (2008). Quince (*Cydonia oblonga* Miller): an interesting dietary source of bioactive compounds. Editor: Konstantinos N. Papadopoulos. *Food Chemistry Research Developments*, 243-266.
- Stojanović, B. T., Mitić, S. S., Stojanović, G. S., Mitić, M. N., Kostić, D. A., Paunović, D. Đ., Arsic, B. B., & Pavlović, A. N. (2017). Phenolic profiles and metal ions analyses of pulp and peel of fruits and seeds of quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Food Chemistry*, 232, 466-475.
- Szychowski, P. J., Munera-Picazo, S., Szumny, A., Carbonell-Barrachina, Á. A., & Hernández, F. (2014). Quality parameters, biocompounds, antioxidant activity and sensory attributes of Spanish quinces (*Cydonia oblonga* Miller). *Scientia Horticulturae*, 165, 163-170.
- Thomas, M., Crépeau, M. J., Rumpunen, K., & Thibault, J. F. (2000). Dietary fibre and cell-wall polysaccharides in the fruits of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*). *LWT-Food Science and Technology*, 33(2), 124-131.
- Tuna-Gunes, N., & Dumanoglu, H. (2005). Some fruit attributes of quince (*Cydonia oblonga*) based on genotypes during the pre-harvest period. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33(3), 211-217.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(1), 44-84.

- Vieira, F. G. K., Borges, G. D. S. C., Copetti, C., Amboni, R. D. D. M. C., Denardi, F., & Fett, R. (2009). Physico-chemical and antioxidant properties of six apple cultivars (*Malus domestica* Borkh) grown in southern Brazil. *Scientia Horticulturae*, 122(3), 421-425.
- Wojdylo, A., Oszmianski, J., & Bielicki, P. (2013). Polyphenolic composition, antioxidant activity, and polyphenol oxidase (PPO) activity of quince (*Cydonia oblonga* Miller) varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(11), 2762-2772.
- Wootton-Beard, P. C., & Ryan, L. (2011). Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. *Food Research International*, 44(10), 3135-3148.
- 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.



Araştırma Makalesi

İğdir'da Doğal Olarak Yetiştirilen İğdelerin (*Elaeagnus angustifolia* L.) Seleksiyonu**

Kasım Duman¹ , Mücahit Pehlivan^{1*} , Rafet Aslantaş² , Ersin Gülsoy¹ 

¹İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İğdir

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir

Geliş tarihi (Received): 23.06.2021

Kabul tarihi (Accepted): 12.10.2021

Anahtar kelimeler:

Seleksiyon, iğde, pomoloji, İğdir

Özet. Bu çalışma 2019-2020 yılları arasında İğdir ekolojik koşullarında doğal olarak yetişen iğde popülasyonu içerisinde en üstün özellik gösteren iğde genotiplerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada ön seleksiyon kriterleri doğrultusunda belirlenen 124 iğde genotipi incelenmiş ve bunlar içerisinde tartılı derecelendirme metoduna göre 22 genotip ümitvar olarak seçilmiştir. İki yıllık ortalamalara göre 124 genotipte meyve ağırlığı 0.38-2.21 g, meyve genişliği 12.01-18.13 mm, meyve uzunluğu 12.61-29.69 mm, meyve hacmi 6.03-1.90 mL titre edilebilir asitlik 0.37-1.50 g 100 g⁻¹ ve C vitamini miktarı 18.87-59.12 mg 100 g⁻¹ arasında bulunmuştur. Tartılı derecelendirme metoduna göre ümitvar olarak seçilen 22 genotipte ise meyve ağırlığı 0.81-2.02 g, meyve eni 12.03-17.66 mm, meyve boyu 18.90-28.29 mm, meyve hacmi 3.25-5.83 mL, titre edilebilir asitlik % 0.64-1.50 ve C vitamini miktarı 21.10-59.12 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak tartılı derecelendirme ile ümitvar seçilen 22 genotip içerisinde en yüksek puanı, 76 K 28, 76 K 30 ve 76 K 38 genotipleri almıştır.

*Sorumlu yazar

mucahit.pehlivan@igdir.edu.tr

Selection of Russian Olives (*Elaeagnus angustifolia* L.) Naturally Grown in İğdir

Keywords:

Selection, russian olive, pomology, İğdir

Abstract. This study was carried out between 2019-2020 years in order to determine the high-quality types that are candidates to become a variety through selection breeding of the russian olives population that grows naturally in İğdir ecological conditions. In this study, 124 russian olives genotypes were investigated and 22 genotypes were selected as promising according to the weighted rating method. In the investigated 124 genotypes, according to the two-year averages fruit weight were between 0.38-2.21 g, fruitwidth 12.01-18.13 mm, fruit length 12.61-29.69 mm, fruit volume 6.03-1.90 mL, titratable acidity 0.37-1.50 g 100 g⁻¹ and vitamin C 18.87-59.12 mg 100 g⁻¹. Fruit weight, fruit width, fruit length, fruit volume, titratable acidity, and vitamin C in the 22 genotypes which were selected as promising according to the weighted rating method were 0.81-2.02 g, 12.03-17.66 mm, 18.90-28.29 mm, 3.25-5.83 mL, 0.64-1.50% and 21.10-59.12 mg 100 g, respectively. As a result, among 22 promising genotypes selected by weighted rating method, 76 K 28, 76 K 30 and 76 K 38 genotypes had the highest score.

** İğdir'da Doğal Olarak Yetiştirilen İğdelerin (*Elaeagnus angustifolia* L.) Seleksiyonu isimli bu çalışma Kasım Duman'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Elaeagnus angustifolia L. (İğde, Rus zeytini, Yabani zeytin) Elaeagnaceae (*Araliaceae*) familyasının Elaeagnus cinsine ait bir türdür (Sahan ve ark., 2013). Dünya genelinde 90'dan fazla Elaeagnus türü vardır ve bu türler çoğunlukla Asya ve Avrupa'nın subtropikal bölgelerinde ve Kuzey Amerika'nın bazı bölgelerinde yayılış gösterir (Saboonchian ve ark., 2014). İğde, Türkiye'nin hemen her bölgesinde, özellikle Orta ve Doğu Anadolu'da yetişir (Akgül ve Akça, 2020). 2020 yılı verilerine göre Türkiye'de 266.071 adedi meyve veren, 39.510 adedi meyve vermeyen yaşta olmak üzere toplam 305.581 iğde ağacı bulunmakta ve toplam 215 dekar alanda 4050 ton iğde üretimi yapılmaktadır (TUİK,2020).

İğde (*E. angustifolia* L.) küçük kırmızimsı-kahverengi, eliptik şekilli meyvelere sahip görünüşüyle bir zeytin ağacına benzer, literatürde Rus zeytini olarak adlandırılır (Fonia ve ark., 2009). Ağaçları 4.5-6 m arası boya ulaşabilen, kışın yaprağını döken ağaç ya da çalı formunda bir türdür. Genellikle dikenli pürüzsüz, koyu kahverengi dalları ve üst yüzü mat-yeşil alt yüzü gümüşü renkte yeşil yaprakları bulunur. Çiçekleri 1-3 'lü salkımlı, Çiçekleri küçük, hoş kokulu ve sarımsı beyaz renklidir ve bal arıları için nektar kaynağıdır (Fonia ve ark., 2009). İğde meyvesi yenilebilir sarımsı kahverenginde, unlu, tatlı ve köklerinde bulunan mikroorganizmalar azot fikse eder (Khamzina ve ark., 2009; Pan, 2011). Meyveleri yüksek besin değerlerine sahiptir ve protein, şeker, çeşitli vitamin ve mineraller içerir.

İğde çok çeşitli çevresel koşullara özellikle alkali ya da tuzlu topraklara diğer ağaç türlerine göre daha iyi adapte olabilmektedir (Pilinszky ve ark., 2015; Hamidpour ve ark., 2017; Liu ve ark., 2020). Kuraklık ve dona karşı dayanıklı (Stratu ve ark., 2016), hatta günlük ekstrem sıcaklıktaki aşırı dalgalanmalar ile birlikte - 45 ile + 46 °C arasında değişen sıcaklıklara (Akbolat ve ark., 2008) bile dayanabilir.

İğde, erozyon kontrolü amacıyla kurak ve yarı kurak alanların taban arazilerinde yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında kullanılabilir. Bununla birlikte mevcut biyolojik çeşitliliğin artırılması yaban hayatının geliştirilmesi, doğrudan besin vb. olarak kullanılması nedenleriyle de son derece önemlidir (Gülcü ve Uysal, 2010).

Türkiye biyolojik çeşitlilik ve genetik kaynaklar bakımından zengin bir ülkedir. Mevcut literatürlere bakıldığında meyve genetik kaynaklarına ait çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen iğde ile ilgili çalışma sayısı sınırlı kalmıştır. Bu nedenle bu çalışmada İğdir'da doğal olarak yetişen iğdelerin pomolojik özelliklerinin araştırılması ve seleksiyon yoluyla üstün özellik gösteren genotiplerin seçilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

2019-2020 yılları arasında İğdir merkezde yürütülen çalışmanın materyalini meyve veren yaşta, gelişme ve büyüme özellikleri bakımından birbirine yakın 124 iğde genotipi oluşturmuştur. Genotiplerin seçiminde meyve iriliği ve verimi yüksek olan, sağlıklı ve genç ağaçlardan meyve alınmasına dikkat edilmiştir. İğde genotipleri 2019 yılında 13-19 Ekim, 2020 yılında 10-15 Ekim tarihleri arasında hasat edilmiştir. Çalışmanın her iki yılında da 124 genotipten 20'şer adet meyve örneği alınmış, örnekler kese kâğıdı içerisindeoda sıcaklığında gölge bir ortamda 2 hafta süreyle kurutulduktan sonra meyve örneklerinde pomolojik analizler yapılmıştır. Çalışmada incelenen meyve ağırlığı (g), meyve uzunluğu (mm), meyve genişliği (mm), meyve hacmi, meyve tat ve aroması Karadeniz ve Kalkışım (1996) ve Özdemir (2007)'ye göre; meyve şekil indeksi ve buna bağlı meyve şeklinin belirlenmesi Kalyoncu (1996)'ya göre; titre edilebilir asitlik ve C vitamini içerikleri Cemeröglü (1992)'ye göre yapılmıştır.

Ayrıca genotiplerin meyve kabuk ve et renkleri Minolta renk ölçer (Model CR-400, Tokyo, Japonya) ile belirlenmiştir. Kabuk ve meyve eti renk değerleri CIE L*, a* ve b* cinsinden belirlenmiştir. L* değeri (parlaklık, 0 karanlık, 100 aydınlık); a* değeri (+ değerler kırmızı rengi, - değerler ise yeşil rengi), b* değeri (+ değerler sarı rengi, - değerler ise mavi rengi) ifade etmektedir. Ümitvar iğde genotiplerinin belirlenmesinde tartılı derecelendirme yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla Kalyoncu (1996) ve Közen ve Bostan (2016) tarafından bildirilen tartılı derecelendirme tablosu modifiye edilerek verimlilik, meyve iriliği, meyve tat ve aroması, C vitamini ve titre edilebilir asitlik kriterleri dikkate alınarak tartılı derecelendirme yapılmıştır. 124 genotip üzerinde yapılan tartılı derecelendirme neticesinde 22 genotip ümitvar olarak seçilmiştir. Tartılı derecelendirmede esas alınan özellikler, ağırlıklı puanları, sınıf aralığı ve sınıf puanları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tartılı derecelendirmede esas alınan kriterler ve puanlama sistemi (Kalyoncu,1996; Közen ve Bostan, 2016).
Table 1. Criteria and scoring system based on weighted rating.

Özellikler	Ağırlıklı Puan (%)	Sınıf Aralığı	Sınıf Puanı
Verimlilik	25	Çok İyi	10
		İyi	7
		Orta	5
		Zayıf	3
		Çok İri (1.527≤)	10
Meyve İriliği	30	İri (1.233-1.526)	7
		Orta (0.939-1.232)	5
		Küçük (0.938 ≥)	3
		Çok Tatlı	10
		Tatlı	7
Meyve Tat ve Aroması	15	Orta	5
		Az Tatlı	3
		≥24.76	10
		16.08-24.75	7
		≤16.07	5
C Vitamini (Askorbik Asit)	15	0.18-0.70	5
		0.71-0.90	7
		0.91-1.50	10
Titre Edilebilir Asitlik	15		
TOPLAM	100		

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada incelenen genotiplerde ortalama meyve ağırlığının 0.81-2.02 g; 2019 yılında 0.90-2.19 g, 2020 yılında 0.72-2.46 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırmada en yüksek meyve ağırlığı 2019 yılında 76 K 43 nolu genotipte, en düşük 76 K 28 nolu genotipte, 2020 yılında en yüksek 76 YK 26 nolu genotipte, en düşük ise 76 K 28 nolu genotipte tespit edilmiştir (Çizelge 2). İncelenen genotiplerde ortalama meyve genişliğinin 12.03–17.66 mm ve ortalama meyve uzunluğunun 18.90-27.06 mm arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 2). Meyve şekil indeksi değerine göre belirlenen meyve şekli 4 genotipte Eliptik, 10 genotipte Silindirik, 5 genotipte Konik ve 3 genotipte Oval olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Ülkemizde yürütülen önceki çalışmalarda; Şahin ve Altuntaş (2018), iğde meyve ağırlığını 2.02 g, meyve uzunluğunu 23.52 mm ve meyve genişliğini 15.24 mm olarak bildirmiştir. Özdemir ve Kalyoncu (2011), 30 iğde genotipinde yaptıkları seleksiyon çalışmasında meyvelerin uzunluk, genişlik ve ağırlıklarını sırasıyla 21.42-24.80 mm, 15.44-17.72 mm ve 1.55-1.82 g arasında bulmuştur. Cansev ve ark. (2011), inceledikleri iğde genotiplerinde meyve ağırlığı, enini ve boyunu ortalama olarak sırasıyla 1.94 g, 24.81 mm ve 16.23 mm olarak belirlemiştir. Akbolat ve ark. (2008), ise meyve ağırlığını 0.96-3.80 g, meyve genişliğini 13.25-22.00 mm, meyve uzunluğunu 17.80-33.65 mm olarak tespit etmişlerdir. Hassanzadeh ve Hassanpour (2018), inceledikleri iğde genotiplerinde en yüksek meyve ağırlığını 2.69 g ve en düşük meyve ağırlığını 1.08 g; Hussain ve ark. (2018), Pakistan'da meyve ağırlığını 1.57 g, meyve boyunu 20.20 mm; Khadivi (2018), meyve ağırlığını 0.93-5.53 g arasında ve ortalama 1.77 g olarak; Khadivi ve ark. Mirheidari (2020), meyve ağırlığını 0.46-3.25 g arasında rapor etmiştir. Bu çalışmada meyve ağırlığı, meyve genişliği ve uzunluğuna ait elde edilen bulguların literatür ile uyumlu olduğu söylenebilir.

Çizelge 2. İğde genotiplerinin meyve ağırlığı, meyve genişliği ve meyve uzunluk değerleri.

Table 2. Fruit weight, fruit width and fruit length values of russian olives genotypes.

Genotip No	Meyve Ağırlığı (g)			Meyve Genişliği (mm)			Meyve Uzunluğu (mm)			Meyve Şekil İndeksi	Meyve Şekli
	2019	2020	Ort,	2019	2020	Ort,	2019	2020	Ort,		
76 K 01	1.92	1.51	1.72	16.75	14.88	15.82	27.12	25.32	26.22	1.66	Eliptik
76 K 02	1.60	1.97	1.79	14.51	16.81	15.66	24.33	26.93	25.63	1.64	Eliptik
76 K 03	1.98	1.57	1.78	17.91	16.79	17.35	27.58	26.28	26.93	1.55	Silindirik
76 K 28	0.90	0.72	0.81	13.77	10.29	12.03	20.23	17.56	18.90	1.57	Silindirik
76 K 30	1.06	2.30	1.68	15.15	18.13	16.64	21.98	28.03	25.01	1.50	Konik
76 K 38	1.77	1.46	1.62	16.33	16.34	16.34	28.73	24.82	26.78	1.64	Eliptik
76 K 41	1.16	1.87	1.52	13.90	16.70	15.30	22.15	25.32	23.74	1.55	Silindirik
76 K 43	2.19	1.85	2.02	18.14	17.18	17.66	28.86	32.12	26.94	1.53	Silindirik

Çizelge 2. Devamı.

Table 2. Continue

Genotip No	Meyve Ağırlığı (g)			Meyve Genişliği (mm)			Meyve Uzunluğu (mm)			Meyve Şekil İndeksi	Meyve Şekli
	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.		
76 K 45	1.54	1.79	1.67	15.49	17.70	16.60	22.75	25.88	24.32	1.47	Konik
76 K 50	1.68	2.18	1.93	16.00	16.67	16.34	27.15	26.96	27.06	1.66	Eliptik
76 M 01	1.22	2.08	1.65	15.33	18.29	16.81	19.88	29.38	24.63	1.47	Konik
76 M 06	1.73	1.66	1.70	15.91	18.40	17.16	25.92	19.56	22.74	1.33	Oval
76 M 07	1.49	1.73	1.61	16.11	17.11	16.61	22.33	26.16	24.25	1.46	Konik
76 M 24	1.97	1.92	1.95	16.27	16.89	16.58	28.43	23.04	25.74	1.55	Silindirik
76 M 25	1.26	1.96	1.61	15.58	15.93	15.76	17.81	25.35	21.58	1.37	Oval
76 S 03	2.06	1.75	1.91	17.31	17.74	17.53	27.26	21.79	24.53	1.40	Konik
76 TK 06	1.86	1.40	1.63	17.17	14.75	15.96	24.16	25.30	24.73	1.55	Silindirik
76 TK 09	1.5	0.98	1.24	17.25	13.14	15.20	23.04	17.92	20.48	1.35	Oval
76 TK 11	2.08	1.12	1.6	18.29	14.31	16.30	29.38	20.88	25.13	1.54	Silindirik
76 YK 15	1.52	1.35	1.44	14.75	17.87	16.31	25.30	27.68	26.49	1.62	Silindirik
76 YK 13	1.4	2.04	1.72	14.69	16.51	15.60	25.81	23.59	24.70	1.58	Silindirik
76 YK 26	1.37	2.46	1.92	14.70	14.74	14.72	24.43	20.85	22.64	1.54	Silindirik

İncelenen genotiplerde meyve hacmi yıl ortalamalarına göre 3.25-5.83 mL arasında tespit edilmiştir. Şahin ve Altuntaş (2018), kuş iğdesinde yapmış olduğu çalışmada iğdelerde meyve hacim ortalamasını 2.62 mL olarak bildirmiştir. Akbolat ve ark. (2008), çalışmalarında meyve hacmini 1.80-8.50 ml aralıklarında rapor etmişlerdir. Meyve hacmine ait bulguların Şahin ve Altuntaş (2018)'in rapor ettiği değerden bir hayli yüksek olduğu, bununla beraber Akbolat ve ark. (2008)'in bildirdiği aralıkların içerisinde yer aldığı görülmektedir (Çizelge 3). Çalışmada meyve hacmindeki farklılık çalışılan materyallerinin genetik yapısı, yetiştirme yeri iklim özellikleri, toprak özelliklerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Ümitvar seçilen 22 genotipte C vitamini değerleri ortalama olarak 21.10-59.12 mg 100 g⁻¹, 2019 yılında 21.81-72.09 mg 100 g⁻¹ ve 2020 yılında 13.26-68.85 mg 100 g⁻¹ arasında bulunmuştur. Titre edilebilir asitlik değerleri ortalama %0.64-%1.50 arasında, 2019 yılında %0.61-%1.21 ve 2020 yılında %0.58-%1.78 arasında tespit edilmiştir. Cansev ve ark. (2011), iğdelerde titre edilebilir asitlikdeğerini %13.16-14.52 arasında; Şahin ve Altuntaş (2018), ortalama %0.93 olarak bildirmiştir. Özdemir ve Kalyoncu (2011), ise C vitamini içeriğini 1.87 mg 100 g⁻¹; Hussain ve ark., (2018), 11.13 mg 100 g⁻¹ olarak bildirmiştir. Titre edilebilir asitlik değerleri önceki literatürler ile uyumlu iken C vitamini içeriği oldukça yüksek bulunmuştur. Önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıkların, çalışılan materyalin genetik yapılarının farklı olmasından, ekolojik şartlardan, bakım koşulları ve meyvenin olgunluk durumu gibi sebeplerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. İğde genotiplerinin meyve hacmi, C vitamini ve titre edilebilir asitlik değerleri.

Table 3. Fruit volume, vitamin C, and titratable acidity values of the russian olives genotypes.

Genotip No	Meyve Hacmi (mL)			C Vitamini (mg 100 g ⁻¹)			Titre Edilebilir Asitlik (%)		
	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.
76 K 01	3.11	4.61	4.30	31.15	13.26	22.21	0.96	1.34	1.15
76 K 02	4.35	4.18	5.32	29.37	24.48	26.93	0.81	1.09	0.95
76 K 03	3.51	5.08	3.40	31.15	16.83	23.99	0.61	0.74	0.68
76 K 28	3.71	3.53	4.08	25.37	26.52	25.95	1.07	1.13	1.10
76 K 30	3.22	4.93	3.28	25.37	16.83	21.10	1.07	1.05	1.06
76 K 38	2.05	5.07	4.97	36.05	53.04	44.55	0.84	0.86	0.85
76 K 41	4.66	5.28	5.11	39.16	30.60	34.88	0.71	0.90	0.81
76 K 43	5.07	5.14	4.42	42.72	44.88	43.80	0.80	0.97	0.89
76 K 45	4.98	3.85	4.42	45.84	39.78	42.81	0.68	0.92	0.80
76 K 50	5.01	4.99	5.00	49.40	62.22	55.81	0.82	1.10	0.96
76 M 01	3.91	4.58	4.25	50.29	41.31	45.80	0.98	1.22	1.10
76 M 06	5.25	6.41	5.83	35.16	19.38	27.27	0.63	0.64	0.64
76 M 07	5.18	6.40	5.79	47.17	38.25	42.71	0.87	0.58	0.73

Çizelge 3. Devamı.

Table 3 Continue.

Genotip No	Meyve Hacmi (mL)			C Vitamini (mg 100 g ⁻¹)			Titre Edilebilir Asitlik (%)		
	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.	2019	2020	Ort.
76 M 24	5.94	5.69	5.82	27.59	34.68	31.14	1.08	0.85	0.97
76 M 25	4.08	4.75	4.42	42.72	53.04	47.88	1.17	1.17	1.17
76 S 03	4.55	3.51	4.03	25.37	29.07	27.22	0.69	1.30	1.00
76 TK 06	4.40	3.68	4.04	64.97	50.49	57.73	1.19	0.99	1.09
76 TK 09	3.13	3.36	3.25	52.96	65.28	59.12	0.73	1.07	0.90
76 TK 11	4.58	3.56	4.07	44.06	68.85	56.46	0.84	0.98	0.91
76 YK 15	5.07	2.17	3.62	22.25	66.81	44.53	0.99	0.93	0.96
76 YK 13	3.68	4.07	3.88	72.09	42.33	57.21	1.21	1.78	1.50
76 YK 26	5.47	3.96	4.72	21.81	41.31	31.56	0.81	1.08	0.95

İğde genotiplerinin meyve kabuk ve et renk ölçümlerinde meyve kabuğu L* değerlerinin 32.48-44.73; meyve eti L* değerlerinin ise 42.50-54.30 arasında olduğu belirlenmiştir. Şahin ve Altuntaş (2018), iğde meyve kabuk et ve L* değerlerini sırası ile 34.19 ve 65.73 olarak bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada kabuk L* değeri 31.46-63.32 aralıklarında bildirilmiştir (Akbolat ve ark., 2008). L* değeri bakımından elde edilen bulgular önceki literatürlerle uyumludur (Çizelge 4).

Seçilen iğde genotiplerinde meyve kabuğu a* değeri 1.60-5.91; meyve eti a* değeri 0.01-4.65 arasında belirlenmiştir. Meyve kabuk b* değerleri 3.21-9.05 arasında, meyve eti b* değerleri ise 6.65-11.20 arasında saptanmıştır. Şahin ve Altuntaş (2018), iğde meyvesi kabuk a* değerini 20.01 ve meyve etinde a* değerini ise 7.17 olarak; meyve kabuk b* değerini 9.34 ve meyve eti b* değerini ise 15.50 olarak rapor etmiştir. Bulgularımız araştırmacıların b* değerleri ile benzerlik, a* değerleri ile farklılık göstermektedir (Çizelge 4). Bu farklılığın incelenen materyallerin ve çalışmaların yürütüldüğü ekolojilerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. İğde genotiplerinin meyve kabuk ve et rengi değerleri.

Table 4. Fruit skin and flesh color values of russian olives genotypes.

Genotip	Meyve Kabuk Rengi			Meyve Et Rengi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
76 K 01	38.15	4.24	6.63	51.25	0.25	10.19
76 K 02	38.93	5.11	8.95	53.50	1.17	7.85
76 K 03	35.08	5.52	6.35	54.30	1.52	9.57
76 K 28	44.73	3.32	6.18	53.96	1.13	10.56
76 K 30	42.12	1.60	5.20	50.70	0.85	7.80
76 K 38	34.57	5.55	6.07	52.60	0.43	9.15
76 K 41	32.48	3.51	5.65	46.25	1.37	9.32
76 K 43	36.33	4.55	8.15	52.20	0.01	10.11
76 K 45	37.38	5.37	6.57	49.25	0.38	10.34
76 K 50	36.12	4.81	6.57	50.85	4.65	10.49
76 M 01	40.42	4.50	8.15	48.60	1.14	9.62
76 M 06	36.05	5.41	7.28	48.15	1.34	8.60
76 M 07	36.50	5.91	8.01	50.55	1.24	8.88
76 M 24	36.89	5.37	7.29	49.60	0.70	6.65
76 M 25	38.70	5.07	9.05	50.25	0.40	8.69
76 S 03	40.73	4.08	8.57	42.50	1.05	8.93
76 TK 06	36.54	4.32	3.21	48.00	1.02	9.60
76 TK 09	34.74	3.03	5.66	49.40	1.82	8.24
76 TK 11	38.72	2.69	5.54	44.65	2.09	8.16
76 YK 13	34.37	5.21	4.14	48.85	1.60	11.05
76 YK 15	35.25	4.93	4.46	50.40	1.22	9.97
76 YK 26	36.44	5.12	5.71	45.85	1.39	11.20

SONUÇ

Çalışmada ümitvar olarak seçilen iğde genotiplerinin meyve özellikleri bakımından üstün özellikler göstermeleriyle birlikte çalışmanın yapıldığı İğdir bölgesinde de geniş bir varyasyon göstermeleri ayrıca ilin ekolojisine iyi uyum sağlamış olmaları da göz önüne alındığında ileride yapılacak ıslah çalışmaları için önemli bir ıslah materyali olabileme potansiyeline sahip oldukları ön görülmektedir. Bu sebeple özellikle tartılı derecelendirme sonucu en yüksek puanı alan 76 K 28, 76 K 30 ve 76 K 38 nolu genotiplerin çoğaltılması, aynı koşullarda yetiştirilmesi ve daha ayrıntılı kalitatif ve kantitatif ölçüm ve gözlemlerinin yapılması ve ıslah çalışmalarında değerlendirilmeleri önem arz etmektedir. Yine iğdenin iklim ve toprak isteği bakımından çok seçici olmaması marjinal alanların değerlendirilmesinde son derece önemli olması yanında bu türün kültüre alınma olanakları ve agronomik özelliklerinin geniş bir şekilde incelenmesinin de faydalı olacağı düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Kasım Duman'ın tezinden üretilen bu çalışmada Mücahit Pehlivan ve Rafet Aslantaş ortak danışmandır. Ayrıca Ersin Gülsoy tartılı derecelendirme tekniği ile ilgili katkı sağlamıştır.

ETİK KURUL

Çalışmamız etik kurul onayı gerektiren bir çalışma değildir.

KAYNAKLAR

- Akbolat, D., Ertekin, C., Menges, H.O., Guzel, E & Ekinci, K. (2008). Physical and nutritional properties of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) growing in Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 20(3), 2358-2366
- Akgül, M., & Akça, M. (2020). The chemical and morphological properties of oleaster. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 22(1), 13-22.
- Cansev, A., Şahan, Y., Çelik, G., Taşkesen, S., & Özbey, H. (2011). Chemical properties and antioxidant capacity of *Elaeagnus angustifolia* L. fruits. *Asian Journal of Chemistry*, 23(6), 2661-2665.
- Cemeroğlu, B. (1992). *Meyve ve Sebze İşletmeEndüstrisinde Temel Analiz Metotları*, Biltav Yayınları, Ankara.
- Fonia, A., White, I. R., & White, J. M. L. (2009). Allergic contact dermatitis to *Elaeagnus* plant (Oleaster). *Contact Dermatitis*, 60(3), 178-179.
- Gülcü, S & Uysal, S. Ç. (2010). Kuş iğdesinde (*Elaeagnus angustifolia* L.) yetiştirme sıklığının fidan morfolojik özelliklerine etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, 11(2), 74-81.
- Hamidpour, R., Hamidpour, S., Hamidpour, M., Shahlari, M., Sohraby, M., Shahlari, N & Hamidpour, R. (2017). Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.): From a variety of traditional medicinal applications to its novel roles as active antioxidant, anti-inflammatory, anti-mutagenic and analgesic agent. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7(1), 24-29
- Hassanzadeh, Z., & Hassanpour, H. (2018). Evaluation of physicochemical characteristics and antioxidant properties of *Elaeagnus angustifolia* L. *Scientia Horticulturae*, 238, 83-90.
- Hussain, S., Aslam, A., Ali, M., & Hussain, N. (2018). Some physico-chemical and nutritional properties of *Elaeagnus angustifolia* L. Fruit grown in Gilgit Baltistan. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 3(1), 112-115.
- Kalyoncu, İ.H. (1996). *Konya yöresindeki kızılcık (Cornus mas L.) tiplerinin bazı özellikleri ve farklı nem ortamlarındaki köklenme durumu üzerine bir araştırma*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Karadeniz, T., & Kalkışım, Ö. (1996). Edremit ve Gevaş ilçelerinde yetiştirilen alıç (*Crataegus azarous* L.) tiplerinin meyve özellikleri ve ümitvar tiplerin seçimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1), 27-33.
- Khadiji, A., Mirheidari, A., Moradi, Y., & Paryan, S. (2020). Phenotypic variability of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) as revealed by morphological characteristics. *Industrial Crops and Products*, 149, 1-11.
- Khadiji, A. (2018). Phenotypic characterization of *Elaeagnus angustifolia* using multivariate analysis. *Industrial Crops and Products*, 120, 155-161.

- Khamzina, A., Lamers, J.P.A, & Vlek, P.L.G. (2009). Nitrogen fixation by *Elaeagnus angustifolia* in the reclamation of degraded croplands of Central Asia. *Tree Physiol.* 29(6), 799-808.
- Közen, P., & Bostan, S.Z., 2016. *Trabzon İli Tonya ilçesinde doğal olarak yetişen muşmula tiplerinin (Mespilus germanica L.) seleksiyonu*. International Multidisciplinary Congress of Eurasia. Odessa, Ukraine.
- Liu, X., Chen, C., Liu, Y., Liu, Y., Zhao, Y., & Chen, M. (2020). The presence of moderate salt can increase tolerance of *Elaeagnus angustifolia* seedlings to water logging stress. *Plant Signaling & Behavior*, 15(4), e1743518.
- Özdemir, G. (2007). *Selçuk üniversitesi Alaaddin Keykubat kampus alanında yetişen ığdelerin (Elaeagnus angustifolia L.) seleksiyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özdemir, G., & Kalyoncu, İ.H. (2011). A selection study on oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) grown in the campus area of Selcuk University in Konya, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10(77), 17726-17736.
- Pan, C., Zhao, H., Zhao, X., Liu, J., Liu, L., Hou, Y & Zhang, L. (2011). Pollination ecology and breeding system of *Elaeagnus angustifolia*. In: *International Conference on Multimed Technol.*, 4507-4509
- Pilinszky, K., Bittsanzsky, A., Gyulai, G & Komives, T. (2015). Effects of ammonium salts on oleaster (*Elaeagnus angustifolia*). *Ecocycles*, 1(1), 27-32.
- Saboonchian, F., Jamei, R., & Sarghein, S. H. (2014). Phenolic and flavonoid content of *Elaeagnus angustifolia* L.(leaf and flower). *Avicenna Journal of Phyto Medicine*, 4(4), 231.
- Sahan, Y., Dundar, A. N., Aydin, E., Kilci, A., Dulger, D., Kaplan, F. B., & Celik, G. (2013). Characteristics of cookies supplemented with oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) Flour I physico chemical, sensorial and textural properties. *Journal of Agricultural Science*, 5(2), 160.
- Stratu, A., Costică, N & Costică, M. (2016). Wooden species in the urban green areas and their role in improving the quality of the environment. *Present Environment and Sustainable Development*, 10(2), 173-184
- Şahin, G., & Altuntaş, E. (2018). Kuş ığdesi meyvesinin fiziko-mekanik, renk ve kimyasal özellikleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 7(1), 01-11.
- TUİK.(2020). Türkiye ığde üretimi istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim Tarihi: 16 Haziran 2021.



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (International Journal of Agriculture and Wildlife Science)



<http://dergipark.org.tr/ijaws>

Araştırma Makalesi

Bazı Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Çeşit ve Tiplerinde Gynogenesis Yolu ile Haploid Embriyo ve Bitki Eldesi

Esmanur Demirel^{1*} , Ahmet Naci Onus² 

¹Akdeniz Üniversitesi, Kumluca Meslek Yüksekokulu, Antalya

²Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

Geliş tarihi (Received): 12.07.2021

Kabul tarihi (Accepted): 08.09.2021

Anahtar kelimeler:

Biyoteknoloji, ıslah, haploid, genotip etkisi, ovaryum kültürü

Özet. Haploid embriyo ve bitkilerin üretimini birçok faktör belirlemektedir. Donör bitki genotipi ve tipide bu faktörler arasında gösterilebilir. Hıyar üzerinde daha önce yapılan çalışmalarda, haploid embriyo ve bitki oluşumundaki başarının birçok faktöre bağlı olduğunu açıkça göstermiştir. Bu nedenle bu çalışma, hıyar türleri ve genotiplerinin haploid embriyo ve bitki eldesi üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Bitki materyali olarak 2 farklı hıyar tipi (kokteyl ve Beith Alpha) ve 5 farklı hıyar çeşidi (Çengel F1, Ufuk F1, Sedir F1, Amisos F1, PTK 40) amaca hizmet etmek üzere kullanılmıştır. Haploid embriyo ve bitki eldesi için ovaryum kültürü tekniği uygulanmıştır. Çiçek açım döneminden 1 gün veya 6 saat önce toplanan ovaryumlar, MS ortamı ve vitaminleri, 1: 10; 2,4-D: Kinetin hormonları ile kombine edilmiş besi ortamında embriyo teşviki için 14 gün bekletilmiştir. Ardından ovaryumlar, MS besi ortamı ve vitaminleri, 1: 4; NAA: BAP hormonları ile modifiye edilmiş besi ortamına bitki rejenerasyonu için aktarılmıştır. Embriyo ve bitki eldesi açısından genotipler arasında ciddi farklar görülmüş olup, çalışmaya göre en yüksek yanıt Çengel F1 çeşidinden alınmış olup, % 494.44 oranında embriyo ve % 302.78 oranında bitki oluşmuştur. Bunun yanı sıra PTK 40 çeşidinin embriyo oluşumuna, Ufuk F1 çeşidinin ise haploid bitki oluşumuna en düşük yanıt veren çeşitler olduğu belirlenmiştir. Kokteyl tipinin, Beith Alpha tipine göre daha yüksek yanıt oranına sahip olduğu, ancak genotip etkisinin, tip etkisine göre haploidizasyonu daha yüksek oranda etkilediği düşünülmektedir.

*Sorumlu yazar

esmanurdemirel@akdeniz.edu.tr

Obtaining Haploid Embryo and Plant by Gynogenesis in Some Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Cultivars and Types

Keywords:

Biotechnology, breeding, haploid, genotype effect, ovarium culture

Abstract. Many factors determine the production of haploid embryos and plants. Donor plant genotype and type are among these factors. Previous studies conducted on cucumber clearly showed that the succes on haploid embryo and plant formation were depending on several factors. Therefore present study was conducted to reveal the effects of cucumber types and genotypes on haploid embryo formation and obtaining plants. To serve he purpose 2 different cucumber types (cocktail and Beith Alpha) and 5 different cucumber cultivars (Çengel F1, Ufuk F1, Sedir F1, Amisos F1, PTK 40) were used as plant materials. Ovarium culture technique was applied to obtain haploid embryo and plant. Ovaries collected 1 day or 6 hours before flowering, was kept for 14 days for embryo induction in the nutrient medium (MS medium and vitamins, 1: 10; 2,4-D: Kinetin hormones). Then the ovaries were transferred to MS medium modified with 1:4; NAA: BAP hormones for plant regeneration. Result revealed that there were significantly differences between cultivars in terms of embryo and plant formation was obtained in Çengel F1 with %494.44 and % 302.78, respectively on the other hand cultivar Petek 40 had lowest respond on embryo formation. Regarding haploid plant formation Ufuk F1 had the lowest amount. It is also thought that the cocktail type has a higher response rate than the Beith Alpha type, but the genotype effect affects haploidization at a higher rate than the type effect.

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması hem beslenme sorununa, hem de üretim alanlarının daralmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda insanoğlu, birim alandan en yüksek verimle kaliteli ürün elde etme üzerine arayışlar içine girmiştir. İnsan sağlığı açısından önemli su ve besin kaynağı olan hıyar, sofralık ve turşuluk olarak tüketilmenin yanında kozmetik sanayinde de hammadde olarak kullanılmaktadır. Bitki sebze ıslahında dünyada ve ülkemizde en çok geliştirilmeye çalışılan sebzelerden olan hıyar (*Cucumis sativus* L.) bitkisi insan sağlığı ve beslenmesi açısından oldukça önemli bir bitkidir. 100 g hıyar meyvesi sadece 12 kalori içermektedir. Kalorisinin düşük olması diyet programlarında tercih edilmesine neden olmakla birlikte, alkali yapısı hayvansal gıdaların insanda oluşturduğu asitliliği giderir. Dünyada 2.231.402 ha alanda hıyar üretimi yapılmaktadır. 2019 yılı toplam hıyar üretim miktarı ise 87.805.086 tondur. Dünyada en fazla hıyar üreten ülke yaklaşık olarak 70 milyon ton ile Çin olurken, Türkiye ise 1.916.645 ton ile en fazla hıyar üreten ikinci ülke konumundadır (FAO, 2019).

Son yıllarda tarımsal biyoteknolojik faaliyetler kapsamında haploid hıyar bitkilerinin üretilmesi, hıyar ıslah çalışmalarına ivme kazandırmada önemli bir olgu haline gelmektedir. Tek gen seti bulunduran haploid bitkiler, aynı dizilime sahip yeni bir gen setinin kopyalanması ile double haploid hale getirilmektedir. Böylelikle kısa zamanda homozigot bitki hatları elde edilmektedir.

Haploid hıyar bitki eldesinde parthenogenesis (Shariatpanahi ve Ramezanzpour, 2019), androgenesis (Abdollahi ve ark., 2016) ve gynogenesis (Erol ve Sarı, 2019) yöntemleri kullanılmaktadır. Androgenesis yöntemleri sonucunda sınırlı sayıda bitki üretilmesi ve ıslah hatlarının çoğunlukla gynogenecious hatlar olması sebebiyle, araştırmacılar parthenogenesis ve gynogenesis yöntemlerini kullanmaya yönelmiştir. Hıyar ovaryum kültürü çalışmalarında başarı frekansı; donör bitkiye bağlı unsurlara (genotip, bitki yaşı vb.), ön uygulama koşullarına, besi ortamı içeriğine, kültür koşullarına göre değişmektedir (Diao ve ark., 2009; Li ve ark., 2012). Besi ortamına eklenen poliamin etkinliğinin de genotipe göre değişiklik gösterebileceği bir çalışmada görülmüştür (Wei ve ark., 2010). Farklı termal şok uygulamaları, farklı hormon türevi ve konsantrasyonları karşılaştırılan bir çalışmada yerel bir İran genotipi ile hıyar ıslah hatları kıyaslanmış ve genotipin etki oranının farklı termal şok ve hormon düzeylerine göre değiştiği, yerel genotipin embriyo ve kallus oluşturma düzeyinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Golobadi ve ark., 2017). Tek bir besi ortamı protokolü kullanarak hıyar ovaryumlarını kültüre alan Domblides ve ark., (2019b), donör bitki olarak belirlenen 8 farklı ümitvar hıyar genotipinden hepsinde kallus elde ederken, sadece 6 genotipte bitki rejenerasyonu gözlemlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar en yüksek embriyo ve bitki oluşum oranının genotiplere göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ticari değeri yüksek genotiplerin ve tiplerin haploidizasyon etkinliğinin incelenmesi ıslah firmaları için büyük bir avantaj haline gelebilir. Çalışmalarda genel anlamda genotipler üzerinde durulmuş ancak tipin etki oranlarından çok bahsedilmemiştir. Bu sebeple bu çalışmada farklı ticari hibrit çeşitlerin ve tiplerin sabit bir besi ortamına verdikleri embriyo oluşum ve bitkiye dönüşüm tepkilerinin incelenmesi üzerine araştırma yürütülmüştür. Bu çalışmanın hıyar gynogenesis çalışmalarında donör bitkiyi belirlemede yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOT

Hıyar çeşit ve tiplerinin gynogenesis yolu ile embriyo oluşum ve bitki oluşum başarı oranlarını belirlemek amacı ile 2 farklı tipte, beş farklı çeşitte donör bitki belirlenmiş ve denemelere alınmıştır. Laboratuvar çalışmaları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bitki Doku Kültürü Laboratuvarında yürütülmüştür. Genotip değerlendirilmesinde donör olarak belirlenen çeşitler Çengel F1 hibrit çeşidi (Rijk Zwaan Tohum), PTK 40 hibrit çeşidi (Petektar Tohum), Amisos F1 hibrit çeşidi (Altın Tohum), Ufuk F1 hibrit çeşidi (Genetika Tohum), Sedir F1 hibrit çeşididir (Genetika Tohum). Çengel F1, PTK 40 ve Sedir F1 çeşitleri kokteyl tip olup, Amisos F1 ve Ufuk F1 çeşitleri Beith Alpha tip hıyar tiplerine sahiptir.

Dişi Çiçeklerin Toplanması

Daha önceden yürütmüş olduğumuz çalışmaya dayanarak uygun ovaryum aşaması çiçek açımına yakın dönem olarak planlanmış ve çiçekler anthesisden (çiçek açım zamanı) 1 gün ve 6 saat önce toplanmıştır (Çetinkaya, 2015). Çiçeklerin toplanması saplarından uzaklaştırılarak yapılmış olup, taç yaprak vb. unsurlar laboratuvar ortamında temizlenmiştir. Şekil 1'de farklı aşamalarda bulunan ovaryumlar verilerek, gelişim aşamaları altlarında belirtilmiştir.



Şekil 1. Farklı aşamalarda olan hıyar dişi çiçeklerinin görüntüsü.

Figure 1. Image of cucumber female flowers at different stages.

Besi Ortamlarının Hazırlanması

Bu çalışmada embriyo teşvikini sağlamak amacı ile ovaryum kültüründe daha önceden etkili olduğu belirlenen besi ortamı kombinasyonu kullanılmıştır (Çetinkaya, 2015). Temel besi ortamı olarak MS ortamı ve vitaminleri (Murashige ve Skoog, 1962) 1: 10; 2,4-D: Kinetin hormonları ile kombine edilmiştir. Ovaryumlardan gelişen embriyoların bitkiye dönüşümünün olabilmesi için MS besi ortamı 1: 4; NAA: BAP hormonlarıyla kombine edilmiş ve yine bu ortama da 30 g L⁻¹ sakkaroz ve 7 g L⁻¹ agar eklenerek, pH seviyesi 5.8 olarak ayarlanmıştır (Çetinkaya, 2015). Gelişen bitkiler organ gelişimlerinin sağlıklı olabilmesi için içeriğinde ½ MSO + 30 g L⁻¹ sükkroz ve 7 g L⁻¹ agar bulunan sürgün besi ortamlarına aktarılmıştır. Ayrıca tüm besi ortamı kombinasyonlarına 30 g.l⁻¹ sakkaroz ve 7 g L⁻¹ agar eklenmiş ve ortamların pH seviyesi 5.8 olarak ayarlanmıştır. Besin ortamları 20 dakika 121 °C otoklavda sterilize edilmiştir.

Ovaryumların Sterilizasyonu

Kültüre alınacak ovaryumların taç yaprakları ovaryumdan uzaklaştırılarak, önce sabun ile muamele edilmiş ardından, çeşme suyu ile durulanmış ve steril kabin içerisine aktarılmıştır. Kabin içi sterilizasyonu için ovaryumlar %70'lik etanol çözeltisinde 1 dakika, 100 ml'sine %3'lük sodyum hipoklorit (NaClO) çözeltisi içerisinde 20 dakika bekletildikten sonra 3 kez steril distile sudan geçirilmiş ve böylelikle yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir.

Ovaryumların Kültüre Alınması

Sterilizasyon işlemi yapılan ovaryumların dış yüzeyleri steril pens ve bistüri yardımı ile ovüllere zarar vermeyecek şekilde soyularak besi ortamından faydalanma oranı arttırılmaya çalışılmıştır. Üzerinde ovül bulundurmamak şartıyla ovaryumlar 4 eşit parçaya ayrılmış ve her bir ovaryum 60 mm çapında, içinde besi ortamı olan petrilere dikilmiştir.

Ovaryum Ön Sıcaklık Stresi ve Kültüre Alınan Ovaryumun Gelişim Koşulları

Ovaryumlar ortamlara alındıktan sonra 3 gün 35 °C karanlıkta inkübatörde, 2 gün daha 25 °C sıcaklıkta karanlıkta büyüme odası koşullarında bekletilerek embriyo teşviki sağlanmıştır. Örnekler ön uygulama işlemlerinden sonra 25 °C sıcaklıkta, 16 saat ışık / 8 saat karanlık periyotta, 3000 lüks'lük floresan lambalar (beyaz gün ışığı) altında iklimlendirme koşullarında gelişim sağlaması için bekletilmiştir.

Ovaryumların Bitki Rejenerasyon Ortamına Aktarılması

Embriyo teşvik ortamında kültüre alınan eksplantlar kültüre alınma tarihinden 14 gün sonra rejenerasyon ortamına aktarılmıştır.

Bitkilerin Sürgün Ortamına ve Toprağa Aktarılması

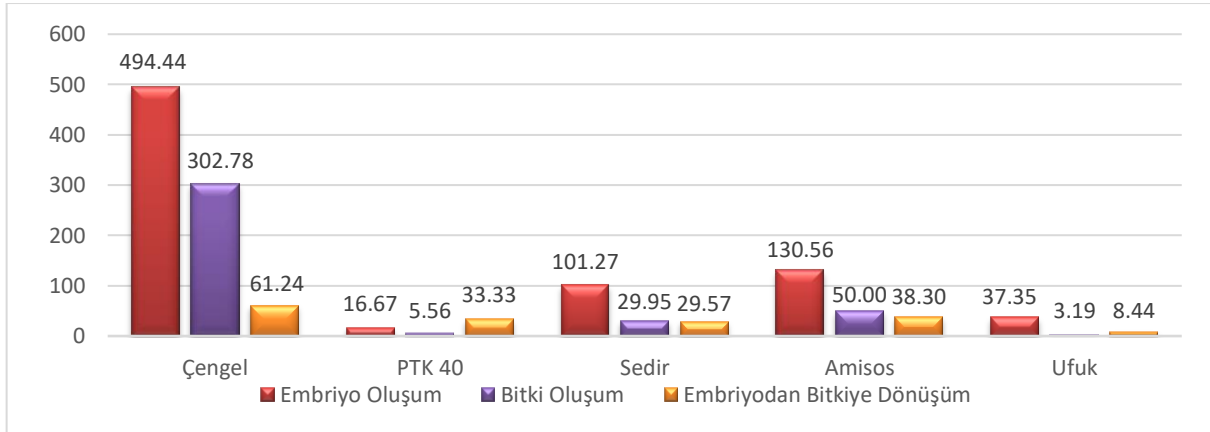
Ovaryumlarda 1-2 cm boyunda sürgünler gözleendiğinde, bitkicikler sürgün besi ortamına aktarılmıştır. Böylelikle bitkiciklerin gelişmesi sağlanarak, ilerde oluşabilecek hormondan kaynaklı mutasyonların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Sürgün ortamında gelişme göstermiş bitki örneği Şekil 3'de verilmiştir. Yaklaşık 4-5 gerçek yaprağa ulaşan bitkiler ise toprağa aktarılarak adaptasyonu sağlanmıştır.

Ploidi Seviyesinin Belirlenmesi, Embriyo ve Bitkilerin Görüntülenmesi, Çalışma Değerlendirme Yöntemi

Gelişen bitkilerin ploidi seviyeleri stomadaki kloroplast sayım yöntemine LEICA marka ışık mikroskobu yardımı ile 100X ölçeğine göre belirlenmiştir. Ovaryumlardaki değişimler LEICA marka stereo mikroskobu ile görüntülenmiş olup, görüntü büyüklüğü 1.00X, 0.80X ve 1.63X olarak ölçeklendirilmiştir. Kültüre alınan genotiplerin ovaryumlarında sabit bir oranda eksplant denemeye alınmadığından istatistiksel olarak hesaplanamamış ve sonuçlar oransal olarak verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Haploid embriyo ve bitki eldesi çalışmalarında genotipin önemli bir belirleyici faktör olduğu birçok çalışmada açıkça belirtilmiştir (Taşkın ve ark., 2013; Baktemur ve ark., 2014; Plapung ve ark., 2014b). Hıyar gynogenesis çalışmalarında genotipin ve tipin etki oranının belirleyebilmek adına yürüttüğümüz bu çalışmada da genotipin etkisi net bir şekilde görülmüştür. Çalışmada 3 farklı kokteyl tip, 2 farklı Beith Alpha tip F1 hibrit hıyar çeşitleri donör bitki olarak belirlenmiştir. Çeşitler açısından embriyo oluşum yüzdeleri incelendiğinde en yüksek embriyo oluşumu %494.44 oran ile Çengel F1 çeşidinde tespit edilirken, en düşük embriyo oluşumu % 16.67 oran ile PTK 40 F1 çeşidinde saptanmıştır. Embriyo oluşumunda Çengel çeşidindeki embriyo oluşum oranını Beith Alpha tip olan Amisos F1 çeşidi takip ederken (%130.56), bu oran Sedir F1 çeşidinde % 101.27 olarak bulunmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Çeşitlere göre embriyo oluşum, bitki oluşum ve embriyodan bitkiye dönüşüm başarı oranları (%).

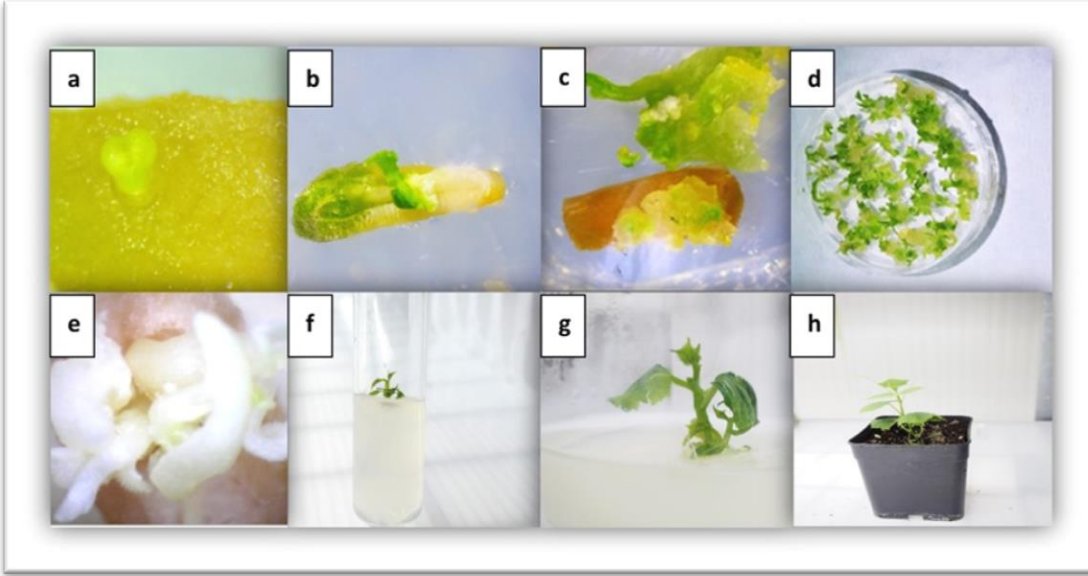
Figure 2. Success rates of embryo formation, plant formation and embryo-to-plant transformation (%) by cultivars.

Kültüre alınan ovaryum sayısına göre elde edilen bitki sayısı oranlanmış ve bitki oluşum oranları bulunmuştur. Araştırma sonunda embriyo eldesinde olduğu gibi bitki oluşum oranında en yüksek oluşum Çengel F1 çeşidinde olurken (%302.78), ikinci en yüksek bitki eldesi % 50.00 ile Amisos F1 çeşidinde saptanmıştır. En düşük bitki oluşum yanıtı ise Ufuk F1 çeşidinde %3.19 olarak görülmüştür. Ufuk F1 ve PTK 40 F1 (%5.56) çeşitlerinde oldukça sınırlı oranda bitki oluşumu gerçekleşmiştir. Sedir F1'de ise bitki oluşum oranı %29.95 olarak bulunmuştur.

Elde edilen embriyo sayılarına göre bitkiye dönüşüm oranları hesaplandığında ise en yüksek dönüşüm yine diğer değerlendirme kriterlerinde olduğu gibi %61.24 ile Çengel F1 olurken, ikinci en yüksek oran % 38.30 ile Amisos F1 çeşidinde gerçekleşmiştir. Üçüncü embriyodan bitkiye dönüşüm oranı ise genel anlamda embriyo ve bitki elde oranı düşük olan PTK 40 F1 çeşidinde (%33.33) görülmüştür. Bu genotipi az bir fark ile Sedir F1 çeşidi (%29.57) izlerken, en düşük embriyodan bitkiye dönüşüm oranı ise % 8.44 ile Ufuk F1 çeşidinde belirlenmiştir. Gelişen embriyolar ve embriyoların farklılaşması ile direkt oluşan bitkicikler, embriyojenik kalluslardan oluşan indirekt bitkicikler Şekil 3'de verilmiştir.

Çeşitlere göre embriyo oluşum, bitki oluşum ve embriyodan bitkiye dönüşüm oranlarında bariz farklılıklar görülmüştür. Bu üç değerlendirme kıstası bakımından en yüksek yanıt veren çeşit Çengel F1 olurken, ikinci en yüksek yanıt ise Amisos F1 çeşidinde tespit edilmiştir. Embriyo oluşum ve bitki oluşum oranlarında üçüncü olan Sedir F1 çeşidi (%29.57), embriyodan bitkiye dönüşüm oranı açısından PTK 40 F1 (% 33.33) çeşidinin gerisinde kalarak dördüncü sıraya yerleşmiştir. Bu da embriyoların bitkiye dönüşüm oranının embriyo oluşum ve bitki oluşum oranlarına bağlı olmadığını göstermektedir. Çeşit tepki düzeyinin embriyodan bitkiye dönüşümü açısından değişkenlik göstereceği söylenebilir. Embriyo oluşum yüzdesi açısından en az embriyo oluşumu PTK 40 çeşidinde gerçekleşirken, bu çeşidin üçüncü embriyodan bitkiye dönüşüm oranını yakalamış olması bu durumu açıklamaktadır. Bunun yanı sıra Ufuk F1 çeşidi ise bitki oluşum oranı ve embriyodan bitkiye dönüşüm oranı açısından incelendiğinde, en düşük yanıt alınan çeşit olarak belirlenmiştir. Domblides ve ark., (2019b) sekiz farklı hıyar genotipinde yürütmüş olduğu gynogenesis çalışmasında maksimum gynogenesis induksiyonunun 1810

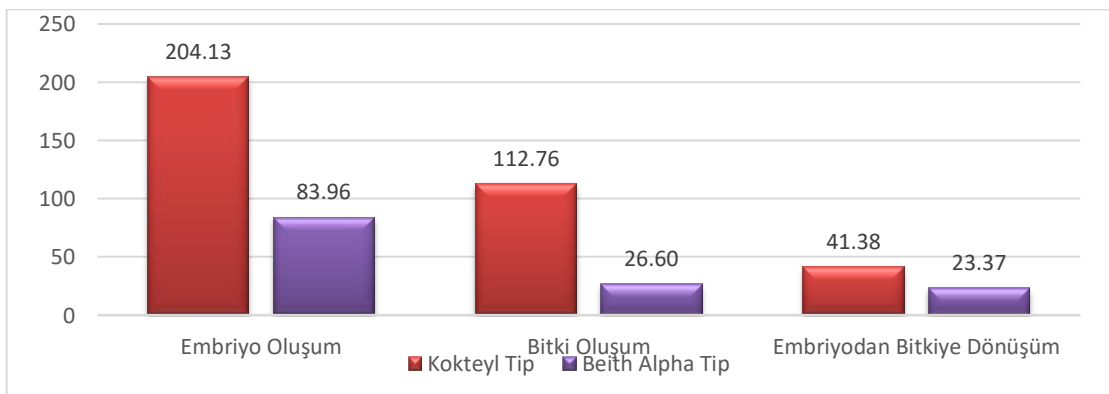
nolu genotipte gerçekleştiğini, ancak en yüksek bitki gelişiminin 1763 nolu genotipte olduğunu söylemektedirler. Bunun aksine Sorntip ve ark., (2017), haploid çalışmalarında inatçı genotipleri kültüre almış ve genotipe bağlı olarak embriyo ve bitki oluşumunun çok değişmediğini görmüşlerdir. Ancak çoğu çalışmada, elde ettiğimiz sonuçlara benzer bir durum ile karşılaşmış ve hıyarda haploid ve bitki eldesinde genotipin önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (Tantasawat ve ark., 2015; Chen ve ark., 2016). Altı farklı hıyar genotipinin kullanıldığı hıyar androgenesis çalışmasında ise genotip ve hormon seviyesi arasındaki ilişkinin kallus oluşturma ve yeşil doku oluşturma açısından etkili bir faktör olduğu ve en iyi yanıtın üç farklı hormon seviyesinde de Speed Way genotipinden alındığını söylenmektedir (El-Maksoud ve ark., 2009). Zou ve ark. (2018), karpuzda yürütmüş oldukları ovaryum kültürü çalışmasında 8 farklı genotipin gynogenesis etkinliğini değerlendirmiş ve donör bitki genotipinin embryogenesis için anahtar faktör olduğunu belirtmiştir.



Şekil 3. Çalışmada elde edilen oluşumlar; a) embriyo, b) bitkicik, c) embriyojenik kallus ve bitki dokusu örneği d) embriyojenik kallustan gelişen bitkicikler e) albino bitkicikler f) sürgün ortamına aktarılan bitki g) in vitro ortamda gelişim göstermiş bitki h) toprağa alınmış bitki.

Figure 3. The formations obtained in the study; a) embryo, b) plantlet, c) embryogenic callus and plant tissue sample d) plantlets developing from embryogenic callu, e) albino plantlets f) plant transferred to shoot medium g) plant developed in vitro, h) plant taken into soil .

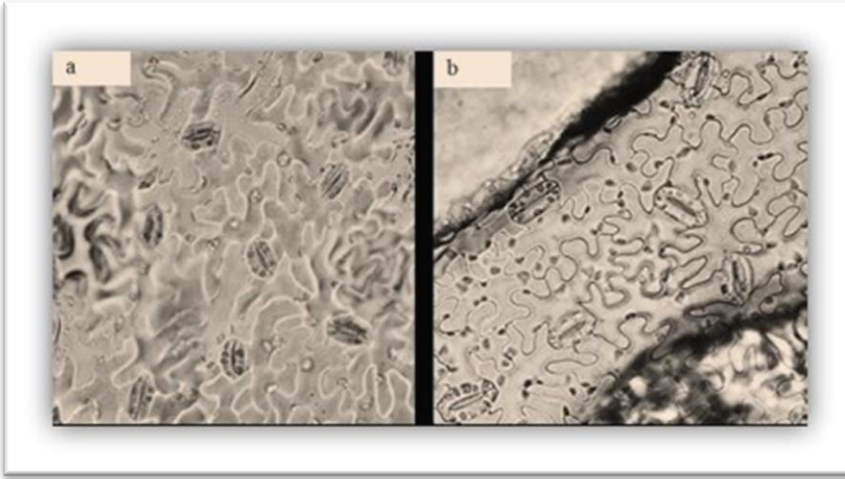
Tipler bazında inceleme yapıldığında ise üç farklı kokteyl tipin ve iki farklı Beith Alpha tipin embriyo ve bitki oluşum oranlarının ortalamaları alınmış ve değerlendirmeler buna göre yapılmıştır. Kokteyl tipler genel olarak incelendiğinde embriyo oluşum oranı %204.13, bitki oluşum oranı ise % 112.76 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen embriyo sayısına göre bitkiye dönüşüm oranı ise %41.38 olarak belirlenmiştir. Beith Alpha tip hıyarların embriyo oluşum oranı ise %83.96'dır. Bu tip hıyarların kültüre alınan ovaryum sayısına göre bitki oluşturma yüzdesi ise %26.60 olarak bulunurken, elde edilen embriyo sayısına göre bitkiye dönüşüm oranı %23.37 olarak saptanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Hıyar tiplerine göre embriyo oluşum, bitki oluşum ve embriyodan bitkiye dönüşüm oranları (%).

Figure 4. Embryo formation, plant formation and embryo-to-plant conversion rates (%) by cucumber types.

Tipin hıyar gynogenesis çalışmalarında haploid embriyo ve bitki eldesi için belirleyici bir faktör olduğu açıkça görülmektedir. Kokteyl tip ve Beith Alpha tip arasında tüm değerlendirme kriterlerinde yaklaşık olarak yarı yarıya bir fark görülmüş olup, kokteyl tip hıyarlarının gynogenesis çalışmalarına daha olumlu yanıt vereceği düşünülmektedir. Ancak yürütülen bu çalışmaya göre genotipin tipe göre daha yüksek oranda başarı oranını etkilediği söylenebilir. Çengel F1 ve Sedir F1 kokteyl tiplerinin gynogenesis yanıtı PTK 40 F1 genotipine göre daha yüksek oranda belirlenmiştir. Ayrıca Beith Alpha tip olan Amisos F1 çeşidi, Sedir ve PTK 40 F1 genotipine göre genel anlamda daha yüksek oranda gynogenesis yanıt vermiştir. Bu durum genotipin tipe göre gynogenesis çalışmalarında daha etkili bir faktör olduğunu net bir şekilde ortaya koymaktadır. Domblides ve ark. (2019a)'nın kabak tipleri üzerine yürütmüş oldukları çalışmada da tipe göre embriyo verimlerinin değiştiği, en yüksek embriyonun 55 adet embriyo ile yaz kabağında olduğu görülmüştür. Kurtar ve ark. (2018), *Cucurbita maxima* (kış kabağı) ve *Cucurbita moschata*'nın (bal kabağı) parthenogenesis ve androgenesis yoluyla başarılı bir şekilde üretildiğini, ancak genotip bağımlılığının yüksek oranda sonucu etkilediğini, ovaryum kültürü çalışmalarında kış kabağından daha yüksek oranda kallus elde edildiği söylemektedirler. Ayrıca araştırmacılar, elde ettiğimiz sonucu destekler neticelere ulaşmış olup, kabak tipinden ziyade genotipin haploid bitki elde etme başarısını daha çok etkilediğini bildirmişlerdir. Şensoy (2011) biber androgenesis çalışmalarında da tipin ve genotipin haploid embriyo ve bitki eldesi çalışmalarının sonucunu etkilediğini, en yüksek embriyo oluşumunun dolmalık biber tipinden gerçekleştiğini, sivri tipinden hiç embriyo oluşmadığı bildirilmektedir. Farklı bitki türlerinde elde edilen bu sonuçlar tipin ve genotipin haploid embriyo ve bitki gelişimini etkilediğini açıkça göstermektedir.



Şekil 5. Stomada kloroplast sayılarının mikroskop ile görüntülenmesi, a) Haploid bitki stoması, b) Diploid bitki stoması.
Figure 5. Microscopic visualization of chloroplast numbers in stomata, a) Haploid plant stoma, b) Diploid plant stoma.

Elde edilen bitkilerin ploidi seviyeleri stomadaki kloroplast sayısına göre belirlenmiş ve haploid ve diploid bitkilerin stomaları Şekil 5'de gösterilmiştir. Haploid bitkilerin stomadaki kloroplast sayısı 4-6 adet arasında değiştiği, diploid yapıdaki bitkilerin stomadaki kloroplast sayısı 12-14 adet arasında değiştiği görülmüştür. Çalışma sonucunda stomada kloroplast sayım yöntemi ile ploidi seviyesi belirlenen çeşitlerden Çengel F1'den 71 adet haploid, 8 diploid ve 14 miksoyploid, Sedir F1'den 27 adet haploid, 3 diploid ve 1 adet miksoyploid, Amisos F1'den 15 adet haploid, 1 diploid ve 4 miksoyploid, Ufuk F1'den 10 haploid, 2 diploid, 1 miksoyploid ve PTK 40'dan 2 adet haploid bitki tespit edilmiştir.

SONUÇ

Endüstriyel ve sofralık üretimde önemli ticari değeri olan hıyar bitkisi, sebze ıslah alanında da üzerinde durulan en önemli bitkiler arasındadır. Islahçıların üstün verimli ve nitelikli hatları geliştirmesi için zaman önemli bir kavramdır. Kısa sürede elde edilen homozigot hatlar ticari çeşitlerin piyasada hemen yer edinmesine olanak sağlamaktadır. Bu sebeple homozigotlaştırılmış ıslah hatlarının üretimi için haploid bitki üretim tekniklerini geliştirmeye yönelik farklı çalışmalar yürütülmektedir. Özellikle dişi gametin uyartımı üzerine yürütülen çalışmalarda başarılı sonuçlara ulaşılmaktadır. Yürüttüğümüz bu çalışmada donör bitki genotipi ve tipinin önemi üzerine durulmuş ve farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Hıyar haploid embriyo ve bitki eldesi açısından genotipin önemli bir sınırlayıcı faktör olduğu görülmüş ve çalışmada kullanılan beş farklı çeşitten en yüksek yanıt Çengel F1 çeşidinden alınmıştır. Bunun aksine embriyo ve bitki eldesi açısından en düşük yanıt ise PTK 40 F1 çeşidinden elde

edilmiştir. Hıyar tiplerinin gynogenesis etkinliği üzerine literatürde net bir çalışma bulunamamış olup, elde ettiğimiz sonuçların bundan sonraki çalışmalara yol gösterici nitelikte olacağı düşünülmektedir. Çalışma sonunda kokteyl tipin Beith Alpha tip hıyara göre daha yüksek oranda haploid çalışmasına tepki verdiği görülmüştür. İlerde yapılacak olan çalışmalarda değerlendirilmeye alınmayan diğer tiplerinde embriyo ve bitki oluşturma yüzdeleri açısından karşılaştırılması gerektiği düşünülmektedir. Bu çalışmaya göre tip ve genotip arasındaki önem derecesi değerlendirildiğinde genotipin daha etkili bir faktör olduğu söylenebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederim.

YAZAR KATKISI

Yazar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazımı doktora danışman hocam Prof. Dr. A. Naci Onus ve tarafımca yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdollahi, M. R., Najafi, S., Sarikhani, H., & Moosavi, S. S. (2016). Induction and development of anther-derived gametic embryos in cucumber (*Cucumis sativus* L.) by optimizing the macronutrient and agar concentrations in culture medium. *Turkish Journal of Biology*, 40(3), 571-579.
- Baktemur, G., Yücel, N. K., Taşkın, H., Çömlekçioğlu, S., & Büyükalaca, S. (2014). Effects of different genotypes and gamma ray doses on haploidization using irradiated pollen technique in squash. *Turkish Journal of Biology*, 38(3), 318-327.
- Chen, L., Fu, S. H., Xiang, J., & Li, Y. (2016). *Preliminary studies on the high frequency of double haploid in the ovary culture of cucumber*. II Asian Horticultural Congress, China.
- Çetinkaya, E., (2015). *Farklı besi ortamı kombinasyonlarının bazı hıyar (Cucumis sativus L.) genotiplerinde gynogenesis yolu ile embriyo ve haploid bitki oluşumu üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Diao, W. P., Jia, Y. Y., Song, H., Zhang, X. Q., Lou, Q. F., & Chen, J. F. (2009). Efficient embryo induction in cucumber ovary culture and homozygous identification of the regenerants using SSR markers. *Scientia Horticulturae*, 119(3), 246-251.
- Domblides, E. A., Shmykova, N. A., Belov, S. N., Korotseva, I. B., & Soldatenko, A. V. (2019b). DH-plant production in culture of unpollinated ovules of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Vegetable Crops of Russia*, 6, 3-9.
- Domblides, E., Shmykova, N., Khimich, G., Korotseva, I., Kan, L., Domblides, A., Pivovarov, V., & Soldatenko, A. (2019a). *Production of doubled haploid plants of Cucurbitaceae family crops through unpollinated ovule culture in vitro*. VI International Symposium on Cucurbits, Belgium.
- El-Maksoud, A., EL-Gendy, S. E., & El-Kady, M. M. (2009). Genotypes and genotype × medium composition interaction effects on androgenetic haploid production in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 34(11), 10305-10312.
- Erol, M. H., & Sarı, N. (2019). The effect of ovule-ovary culture and spermidine-putrescine applications on haploid embryo induction of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Alatarim*, 18(2), 108-117.
- FAO, 2019. FAOSTAT Statistic Database. <http://www.fao.org>. Erişim Tarihi: 02 Mart 2021.
- Golabadi, M., Ghanbari, Y., Keighobadi, K., & Ercisli, S. (2017) Embryo and callus induction by different factors in ovary culture of cucumber. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 90.
- Kurtar, S.E., Balkaya, A., & Ozer, M. O. (2018). Production of callus mediated gynogenic haploids in winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.). *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 54(1), 9-16.
- Li, J. X., Ge, G. M., Pang, S. M., Fang, G. N., Wu, X. B., & Zhou, H. X. (2012). Study on in vitro Culture and Plantlet Regeneration from Unpollinated Ovary of *Cucumis sativus* L.[J]. *Northern Horticulture*, 23.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15(3), 473-497.
- Plapung, P., Khumsukdee, S., & Smitamana, P. (2014b). Development of cucumber lines resistant to Cucumber mosaic virus by ovule culture. *International Journal of Agricultural Technology*, 10(3), 733-741.

- Shariatpanahi, M. E., & Ramezanpour, S. S. (2019). Induction of parthenogenetic haploid embryos and production of haploid plants in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Plant Production Research*, 26(1), 21-33.
- Sorntip, A., Poolsawat, O., Kativat, C., & Tantasawat, P. A. (2017). Gynogenesis and doubled haploid production from unpollinated ovary culture of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 98(2), 353-361.
- Şensoy, F. A. (2011). *Biberde (Capsicum annuum L.) genotip, bitki yaşı ve mevsimin haploid bitki eldesinde etkisinin araştırılması*. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Tantasawat, P. A., Sorntip, A., Poolsawat, O., Chaowiset, W., & Pornbungkerd, P. (2015). Evaluation of factors affecting embryo-like structure and callus formation in unpollinated ovary culture of cucumber (*Cucumis sativus*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 17(3).
- Taşkın, H., Kemal Yücel, N., Baktemur, G., Çömlekçioğlu, S., & Büyükalaca, S. (2013). Effects of different genotypes and gamma ray doses on haploidization with irradiated pollen technique in watermelon (*Citrullus lanatus* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 93(6), 1165-1168.
- Wei, A., Du, S., Han, Y., Liu, N., & Zhang, G. (2010). A study on the relationship between cucumber gynogenesis and content of ovary hormones and polyamines. *Acta horticulturae*, 871, 625.
- Zou, T., Su, H. N., Wu, Q., & Sun, X. W. (2018). Haploid induction via unfertilized ovary culture in watermelon. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 135(2), 179-187.



International Journal of Agriculture and Wildlife Science

<http://dergipark.org.tr/ijaws>



Research Article

Morphological Diversity of *Pyrus elaeagrifolia* Pall. Ecotypes in Eastern Anatolia Region

Mehmet Ramazan Bozhüyük 

Department of Plant and Animal Production, Vocational School of Technical Sciences, Iğdir University, Iğdir, Turkey

Received: 10.08.2021

Accepted: 01.10.2021

Keywords:

Pyrus elaeagrifolia, drought resistant, morphological diversity, pomology

Abstract. One of the wild fruit species that has been in demand in the markets in Turkey in recent years is oleaster-leafed pear (*Pyrus elaeagrifolia*). This species, which is widespread especially in arid areas in Turkey, is represented by a wide morphological diversity. It is found in general rural areas and its fruits collected and valued by rural people. In this study it was determined phenological (including ripening period) and some important morphological parameters of eight pre-selected promising oleaster-leafed pear (*Pyrus elaeagrifolia*) ecotypes. Ripening dates of ecotypes were observed between 25 October and 12 November. Fruit mass were in range of 8.36 to 16.11 g indicates a 2-fold difference between the ecotype with the lowest fruit weight and the ecotype with the highest fruit weight. Shape index were changed from 0.87 to 1.07. Fruit pedicel length and fruit firmness were found between 9.13 to 16.32 mm and 4.47 to 7.89 kg cm⁻², respectively. The ecotypes S1, S4 and S6 can be advanced for commercial cultivation; furthermore, other ecotypes can be used as source of breeding lines for genetic improvement of oleaster-leafed pear.

***Corresponding author**
mrbozhuyuk@gmail.com

Doğu Anadolu Bölgesi *Pyrus elaeagrifolia* Pall. Ekotiplerinin Morfolojik Çeşitliliği

Anahtar kelimeler:

Pyrus elaeagrifolia, kuraklığa dayanım, morfolojik çeşitlilik, pomoloji

Özet. Türkiye'de pazarlarda son yıllarda rağbet gören yabancı meyve türlerinden birisi ahlattır (*Pyrus elaeagrifolia*). Türkiye'de özellikle kurak bölgelerde yaygın olarak bulunan bu tür, geniş bir morfolojik çeşitlilik ile temsil edilmektedir. Ahlat genel olarak kırsal alanlarda ve bu alanlarda yaşayan insanlar tarafından toplanan ve değer verilen meyvelerden birisidir. Bu çalışmada ön seleksiyonla belirlenen ümitvar 8 ahlat (*Pyrus elaeagrifolia*) ekotipinin fenolojik (hasat zamanı) ve bazı önemli morfolojik parametreleri incelenmiştir. Ekotiplerin olgunlaşma tarihleri 25 Ekim ile 12 Kasım arasında gözlemlenmiştir. Ekotiplerde meyve ağırlığı 8.36-16.11 g aralığında olup, meyve ağırlığı en düşük olan ekotip ile en yüksek meyve ağırlığına sahip ekotip arasında meyve ağırlığı bakımından 2 kat fark olduğu ortaya çıkmıştır. Şekil indeksi 0.87 ile 1.07 arasında değişmiştir. Meyve sapı uzunluğu ve meyve sertliği sırasıyla 9.13-16.32 mm ve 4.47-7.89 kg cm⁻² arasında bulunmuştur. Çalışma sonunda S1, S4 ve S6 ekotipleri ticari yetiştiricilik için önemli bulunmuş ve diğer ekotiplerinde ıslah materyali olarak kullanılabileceği ortaya çıkmıştır.

INTRODUCTION

Anatolia is accepted like open air museum of wild edible fruits because most of the temperate wild edible fruits has been propagated by seeds in this area and consumed fresh or mostly processed into several traditional product for centuries. In Turkey rural people are familiar with a wide range of different wild edible fruits. Wild edible fruits are also one of the important elements of natural landscape of Anatolia (Yildiz *et al.*, 2010; Tetik *et al.*, 2011; Sezen *et al.*, 2015; Ercisli and Sagbas, 2017).

Recently, parallel to increase interest to wild edible fruits by consumers in Turkey, the number of scientific studies are also increased on it. However, studies on oleaster-leafed pear (*Pyrus elaeagrifolia*) are limited. In fact, the plant is well known for centuries by local peoples. The natural growing areas of this unique plant is covered by dry and calcareous areas in particular central and eastern Anatolia and the plant faced environment stress conditions. But the plant naturally resistant against severe climate conditions including cold, heat, calcareous soils etc. (Yilmaz *et al.*, 2015; Gercekcioglu *et al.*, 2016).

Morphologically plant height of oleaster-leafed pear starts from 3-4 m as shrub and reach maximum 10-11 m as small tree. Grey-green hairy leaves of the plant are quite attractive and young shoots are grey and highly hairy and branches are in general thorny (Sagbas *et al.*, 2021). The plant bears pseudocarp fruits in 30-40 mm in diameter and fruits has in general spherical-pear shape. As a member of *Pyrus* genus, its fruits sandy and include stone cells. There were differences among seed propagated oleaster-leafed pear in terms of stone cell formation (Gercekcioglu *et al.*, 2016).

Oleaster-leafed pear fruits mature very late between October and December and along with fresh consumption, in particular rural peoples process it into several products such as molasses, jam, pickle, vinegar or syrup due to its better organoleptic properties and fruits are also used as tea (Cansaran *et al.*, 2007).

In Turkey and the other Oleaster-leafed pear grown countries such as Albania, Bulgaria, Greece, Romania, Crimea and Caucasus countries its seedlings are used as rootstocks for commercial pear cultivars for a long time (Yerliturk *et al.*, 2008; Bozhuyuk and Aslantas, 2020). Turkey has rich population of this plant and Oleaster-leafed pear is distributed mainly inner and eastern Anatolia that has typical steppe climate. In particular Erzurum, Erzincan, Kars, Ardahan and Artvin provinces located in eastern Anatolia have dense population of Oleaster-leafed pear even in some areas its dense shrubs and small trees forms a small forest community. It is interesting that within same small populations including 100-200 Oleaster-leafed pear shrubs/small trees shows great morphological and phenological diversity in terms of plant growth habit, fruit mass, maturation period, leaf characteristics etc. (Sagbas *et al.*, 2021).

In this study it is aimed to determine some important phenological and morphological traits of eight naturally grown seed propagated Oleaster-leafed pear ecotypes grown in Sarikamis district located in eastern Anatolia region in Turkey.

MATERIAL AND METHOD

A total of eight wild grown Oleaster-leafed pear plants naturally propagated by seeds and grown in rural areas of Sarikamis district of Kars province in eastern Turkey were used. The pre-selected genotypes (shows better horticultural characteristics in natural growing conditions such as high yield, free of pest and diseases, attractive fruits) were harvested in 2019 year. Plant architecture (shrub, small tree, tree), growth habit (upright, semi upright, spreading), plant vigor (weak, medium, strong), lenticels on one-year-old shoot (few, medium, many), anthocyanin coloration of growing tip on young shoot (absent, medium, strong), fruit ground color (yellow, green, yellow-green), fruit mass (g), fruit shape index, fruit pedicle length (mm), fruit firmness (kg cm^{-2}), fruit flesh texture and fruit juiciness (low, medium, high) were determined. Fruit mass (g) was determined on 30 fruits with a digital scale sensitive to 0.01 g. Fruit firmness was determined with hand penetrometer (kg cm^{-2}). The shape was determined as fruit length/width. A panel of five experts evaluated the fruit flesh texture and noted as highly sandy, sandy and slightly sandy for each genotype.

Statistical Analysis

All data were analyzed using SPSS software and procedures. Analysis of variance tables were constructed using the Least Significant Difference (LSD) method at $P < 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Phenological and Morphological Characterization

In this study it is attempted to describe phenological (including ripening period) and morphological parameters including plant growth habit, plant vigor, lenticels on one-year-old shoot, anthocyanin coloration of growing tip on young shoot, fruit ground color, fruit mass, fruit shape index, fruit pedicel length, fruit flesh texture, fruit firmness, and fruit juiciness of eight pre-selected promising oleaster-leafed pear (*Pyrus elaeagrifolia*) ecotypes.

The ecotypes showed ripening period from 25 October (S8) to 21 November (S6) (Table 1) indicating 27 days intervals between the earliest and the latest ripened ecotypes. Karatas and Ercisli (2021) reported ripening dates of oleaster-leafed pear ecotypes were between 18 October and 07 November in eastern Turkey. Sagbas *et al.* (2021) found harvest dates of oleaster-leafed pear were between 24 October and 10 November. Yilmaz *et al.* (2015) used a number of *Pyrus elaeagrifolia* Pall. subsp. *elaegrifolia* genotypes in middle Anatolia and observed a great phenological differences on genotypes for harvest date which ranged from 11 October to 10 November. Our phenological data on harvest time are very close to above studies. Among ecotypes, 3 ecotypes have semi-upright, 2 genotypes had spreading and 3 ecotypes had upright growth habit (Table 1) indicating relatively enough diversity on this character. Plant vigor was also variable and 4 genotypes had medium, and 4 genotypes had strong vigor traits. In terms of plant architecture 4 ecotypes had shrub, 3 ecotypes had small tree and one ecotype had tree plant architecture. Lenticels on one-year-old-shoot and anthocyanin coloration of growing tip on young shoot were also variable among ecotypes (Table 1). The ecotypes S1, S4, S7 had few lenticels on shoot while S6 had many. Anthocyanin coloration on young shoot were medium in 4 ecotypes and strong in 3 ecotypes. Only one ecotype, S3 absent anthocyanin coloration on young shoots (Table 1). Previously no published papers related to lenticels on one-year-old-shoot and anthocyanin coloration of growing tip on young shoot in Oleaster-leafed pear were found. This highlighted the importance of this study.

Table 1. Phenological and morphological characteristics of *Pyrus elaeagrifolia* genotypes.

Çizelge 1. Pyrus elaeagrifolia genotiplerinin fenolojik ve morfolojik özellikleri.

Genotypes	Ripening date	Growth habit	Plant vigor	Plant architecture	Lenticels on one-year-old-shoot	Anthocyanin coloration of growing tip on young shoot
S1	16 Nov.	Semi-upright	Medium	Shrub	Few	Medium
S2	28 Oct.	Spreading	Strong	Shrub	Medium	Strong
S3	26 Oct.	Spreading	Strong	Shrub	Medium	Absent
S4	13 Nov.	Semi-upright	Medium	Shrub	Few	Medium
S5	30 Oct.	Semi-upright	Medium	Small tree	Medium	Medium
S6	21 Nov.	Upright	Strong	Small tree	Many	Strong
S7	04 Nov.	Upright	Medium	Small tree	Few	Medium
S8	25 Oct.	Upright	Strong	Tree	Medium	Strong

Fruit mass were in range of 8.36 to 16.11 g indicates a 2-fold difference between the ecotypes with the lowest fruit mass and the ecotype with the highest fruit mass (Table 2). Shape index were changed from 0.87 to 1.07. Fruit pedicel length and fruit firmness were found between 9.13 to 16.32 mm and 4.47 to 7.89 kg cm⁻², respectively. The majority of ecotypes had green ground fruit color but there were ecotypes that has yellow and yellow-green ground color in its fruits (Table 2). Karatas and Ercisli (2021) reported fruit mass, shape index, pedicel length and fruit firmness in the range of 6.19 g to 21.04 g; 0.75 to 1.03; 7.11 mm to 18.56 mm and 3.84 to 8.22 kg cm⁻², respectively in Oleaster-leafed pear ecotypes in Turkey. Sagbas *et al.* (2021) indicated that among Oleaster-leafed pear ecotypes, some had bigger fruits around 19 g and some genotypes had lower fruit mass as 5.73 g. Similar high variations on fruit mass were obtained in *Pyrus elaeagrifolia* Pall. subsp. *elaegrifolia* genotypes by Yilmaz *et al.* (2015) as 4.71–27.09 g and Gerçekcioglu *et al.* (2016) as 16–22 g, respectively. Kececi *et al.* (2017) also reported higher fruit mass variation between 18.05–55.50 g among *Pyrus elaeagrifolia* Pall. subsp. *elaegrifolia* genotypes sampled from Hakkari region in eastern Turkey. Gerçekcioglu *et al.* (2016) reported a great variation on the fruit firmness between 4–8 and 4–10 kg cm⁻² among Oleaster-leafed pear. In terms of fruit flesh texture, 4 genotypes had slightly sandy, 3 ecotypes had sandy and one ecotype had highly sandy fruit traits (Table 2). Half of the ecotypes had medium and half of the ecotypes had low fruit juiciness (Table 2). Karatas and Ercisli (2021) reported that fruit flesh texture varied from highly sandy (8 genotypes), sandy (12 genotypes) to slightly sandy (6 genotypes), respectively. Yilmaz *et al.* (2015) and reported that among 43 *Pyrus elaeagrifolia* genotypes, 20

genotypes had sandy fruit, 12 genotypes had highly sandy and 11 genotypes had slightly sandy fruits which in accordance with our results.

Table 2. Phenological and morphological characteristics of *Pyrus elaeagrifolia* genotypes.

Çizelge 2. Pyrus elaeagrifolia genotiplerinin fenolojik ve morfolojik özellikleri.

Genotypes	Pedicle length (mm)	Fruit ground color	Fruit mass (g)	Fruit shape index	Fruit firmness (kg cm ⁻²)	Fruit texture	flesh
S1	15.22ab*	Yellow-Green	14.42b	1.00c	6.68bc	Slightly sandy	
S2	16.32a	Green	9.14de	0.93cd	4.47d	Slightly	
S3	14.10ab	Yellow-Green	9.67d	1.07a	5.11c	Sandy	
S4	9.13c	Green	16.11a	1.04b	7.02ab	Slightly Sandy	
S5	11.40b	Green	8.36de	1.04b	5.36bc	Sandy	
S6	10.98ab	Yellow	11.37c	0.99cd	7.11ab	Slightly Sandy	
S7	10.74ab	Green	10.42cd	0.87d	6.95b	Highly Sandy	
S8	9.77bc	Green	9.93cde	0.93cd	7.89a	Sandy	

*Same letters in same column indicate statistically significant differences ($P < 0.05$) among the genotypes

CONCLUSION

As a conclusion, the study revealed the morphological diversity of some oleaster-leaved pear ecotypes that are wild grown in Sarikamis district of Kars province in the Eastern Anatolia region. As a result of increasing globalization in the world, unplanned selection and breeding studies and intensive agricultural practices, there has been a significant decrease in the number of fruit varieties. The widespread cultivation of standard varieties of foreign origin with modern methods has led to the extinction of local varieties, which can be of great importance especially in breeding studies. Preventing this situation depends on the determination of gene sources and their protection. The genotypes S1, S4 and S6 can be advanced for commercial cultivation; furthermore, other genotypes can be used as source of breeding lines for genetic improvement of oleaster-leaved pears.

CONFLICT OF INTEREST

The author have declared no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

As an author, the planning, preparation, analysis of experiment and writing of the manuscript was done by me.

REFERENCES

- Bozhuyuk, M. R., & Aslantas, R. (2020). Molecular characterization of Turkey's Coruh Valley pears by SSR. *Acta Horticulturae*, 1297, 367-376.
- Cansaran, A., Kaya, O. F., & Yildirim, C. (2007). An ethnobotany study on Ovabasi, Akpinar, Gulluce and Koseler villages (Gumushacikoy/Amasya). *Firat University Science and Engineering Journal*, 19, 243-257.
- Ercisli, S., & Sagbas, H. I. (2017). Wild Edible Fruits: A Rich Source of Biodiversity. *Anadolu*, 27(2), 116-122.
- Gercekcioglu, R., Ozluk, A., & Atasever, O. (2016). Selection of *Pyrus elaeagnifolia* L. from Merzifon district. *Bahce*, 2, 69-73.
- Karatas, N., & Ercisli, S. (2021). *Fruit characteristics of Pyrus elaeagrifolia* Pall. genotypes in Eastern Turkey. Proceedings of X International Symposium on Agricultural Sciences, 24-32.
- Kececi, L. D. (2017). *Determination of some horticultural characteristics of Pyrus elaeagrifolia* L. genotypes from Hakkari region. (Master of Science, Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Aydin, Turkey.
- Sagbas, H. I., Ilhan, G., Ercisli, S., Anjum, M. A., & Holubec, V. (2021). Characterization of Oleaster-Leafed Pear (*Pyrus elaeagrifolia* Pall. subsp. *elaegrifolia*) fruits in Turkey. *Agronomy*, 11, 430.

- Sezen, I., Ercisli, S., Cakir, O., Koc, A., Temim, E., & Hadziabulic, A. (2015). Biodiversity and Landscape Use of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in the Coruh Valley of Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 57, 23–28.
- Tetik, N., Turhan, I., Oziyci, H. R., Gubbuk, H., Karhan, M., & Ercisli, S. (2011). Physical and chemical characterization of *Ceratonia siliqua* L. germplasm in Turkey. *Scientia Horticulturae*, 129, 583-589.
- Yerliturk F. U., Arslan, O., Sinan, S., Gencer, N., & Ozensoy, O. G. (2008). Characterization of polyphenol oxidase from wild pear (*Pyrus elaeagnifolia*). *Journal of Food Biochemistry*, 32, 368-383.
- Yildiz, H., Sengul, M., Celik, F., Hegedus, A., Ercisli, S., & Tosun, M. (2010). Some phytochemical and antioxidant characteristics of wild and cultivated blackberry (*Rubus caucasicus*) fruits. *Journal Food Agriculture and Environment*, 8 (3-4), 156-159.
- Yilmaz, K. U., Uzun, A., Cam, M., & Ercisli, S. (2015). Some morphological and fruit characteristics of naturally grown *Pyrus elaeagnifolia* Pall. of Kayseri province (Central Anatolia, Turkey). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 62, 711-720.



Research Article

Effects of Different Biological Fertilizers Formulated with Multiple Bacteria and Carriers in Pazar 20 Tea Clone on Leaf Enzyme Activity

Yaşar Ertürk^{1*} , Ramazan Çakmakçı² , Meral Kutlu³ 

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ahi Evran University, Kırşehir, Turkey

²Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

³Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, Atatürk University, Erzurum, Turkey

Received: 16.08.2021

Accepted: 06.11.2021

Keywords:

Camellia sinensis L., PGPR formula, enzym activity, carriers

Abstract. This study was performed on 2-year-old seedlings of the Pazar-20 tea clone pots in 2014-2015. Twelve different bacterial isolates (*Bacillus atrophaeus*RC11, *Bacillus megaterium*RC07, *Bacillus megaterium*42/4, *Bacillus megaterium*21/3, *Pseudomonas fluorescens*RC77, *Pseudomonas fluorescens* 8/4, *Pseudomonas fluorescens*8/6, *Pseudomonas fluorescens*9/7, *Bacillus subtilis*RC63, *Bacillus subtilis* 39/3, *Bacillus subtilis*36/10, *Bacillus subtilis*RC521), which were isolated from acidic tea soils and characterized and all laboratory tests were performed. With biological fertilizers formed by triple combinations and 7 different carrier formulations (K-tea compost, T-peat, P-perlite, L-leonardite, Z-zeolite, V-vermiculite and S-liquid carrier formulation) on the enzyme activities (peroxidase-POD, Polyphenol oxidase-PPO, Urease, 5-Dehydroxyshikimate reductase, Alcohol dehydrogenase-ADH, Glucose 6-phosphate dehydrogenase-G6PD, 6-phosphogluconate dehydrogenase-6PGD, Glutathione reductase-GR and Glutathione S-transferase-GST) of tea leaves were determined. All bacterial formulations used in the study positively affected the enzyme activities in the tea leaves at different rates compared to the control. This activity was found to be statistically significant. Additionally, it was determined that the efficiency of the carrier was important in both years (2014-2015) statistically, liquid formula and peat carriers had the highest effect.

*Corresponding author
yasar.erturk@ahievran.edu.tr

Çoklu Bakterilerle Oluşturulmuş Farklı Biyolojik Gübre Formülasyonlarının Pazar 20 Çay Klonunda Yaprak Enzim Aktivitesine Etkileri

Anahtar kelimeler:

Camellia sinensis L., PGPR formülleri, enzim aktivitesi, taşıyıcılar

Özet. Bu çalışma, 2014-2015 yıllarında potlarda, Pazar-20 çay klonuna ait 2 yaşlı fidanlarda yürütülmüştür. Asidik çay topraklarından izole edilerek tanımlanan ve karakterize edilip tüm laboratuvar testleri yapılan, biyolojik gübre adaylarından 12 farklı bakteri izolatının (*Bacillus atrophaeus*RC11, *Bacillus megaterium*RC07, *Bacillus megaterium*42/4, *Bacillus megaterium*21/3, *Pseudomonas fluorescens* RC77, *Pseudomonas fluorescens*8/4, *Pseudomonas fluorescens*8/ 6, *Pseudomonas fluorescens*9/7, *Bacillus subtilis*RC63, *Bacillus subtilis*39/3, *Bacillus subtilis*36/10, *Bacillus subtilis*RC521) üçerli kombinasyonları ile oluşturulmuş biyolojik gübre formülasyonları ile 7 farklı taşıyıcının (K-çay kompostu, T-torf, P-perlit, L-leonardit, Z-zeolit, V-vermikülit ve S-likit taşıyıcı formülasyonu) birlikte uygulanmalarının çay yapraklarının enzim aktivitelerine (Peroksidaz-PO, Polifenol oksidaz- PPO, Üreaz, 5-Dehidroksişikimat Redüktaz, Alkol dehidrogenaz-ADH, Glikoz 6 fosfat dehidrogenaz-G6PD, 6 Fosfo glukonat dehidrogenaz-6PGD, Glutatyon redüktaz-GR, Glutatyon S-transferaz-GST) etkileri belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan tüm bakteriyel formülasyonlar, çay yaprağındaki enzim aktivitelerini kontrole kıyasla farklı oranlarda olumlu yönde etkilemiştir. Bu etkinlik istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca, yapılan değerlendirmelerde, her iki yılda da (2014-2015) taşıyıcıların da etkinliğinin önemli olduğu, likit formüllü taşıyıcı ile torf olarak kullanılan taşıyıcıların en yüksek etkiye sahip oldukları belirlenmiştir.

INTRODUCTION

Tea (*Camellia sinensis* L. Kuntze), which is one of the most popular beverages around the world with its characteristic aroma and flavor, is an important horticultural plant that has become widespread in subtropic and tropic fields and its leaves are used. Especially the development period, which needs a lot of nitrogen, has also caused the use of intensive inorganic fertilizers for yield increase. Fertilization (especially nitrogen) is of great importance in the development of tea leaves, which are harvested at least 3 or 4 times a year due to their herbal characteristics (Kacar, 2010). Most of the fertilizer in agricultural fields are lost due to immobilization, evaporation, and washing. Particularly, a significant part of the nitrogen applied in tea growing regions is washed away due to effective precipitation, high humidity, and sloping areas, and fertilizers pollute the surface and ground waters. Additionally, the high cost of chemical fertilizers, the deep gap between supply and demand, and their negative impact on the environment have led to the search for alternative strategies. Also, extensive use of agrochemicals to meet the global requirement of tea resulted in an alteration of the microbial community associated with the tea plants (Cernava *et al.*, 2019).

As it is known, the soil is a perfect ecosystem where living and non-living components form a special harmony. Both It meets the structural needs of plants and provides living space for many living populations. Among these organisms, bacteria (non-pathogenic), which are highly effective in the root rhizosphere of plants, are positively affecting the growth and development through many direct and indirect mechanisms, which constitute an important part. For this reason, this type of bacteria is very commonly called plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and is stated to serve as an environmentally friendly substitute for chemical fertilizers. The fact that its positive effects are valid for many plants has allowed this type of bacteria to be called biofertilizer. The direct effects of PGPRs on plant growth are the fixation of atmospheric nitrogen into the soil occurs by dissolving phosphate, potassium and iron in insoluble form in the soil and producing many phytohormones. In indirect mechanisms; It is most important to protect plants from biotic and abiotic stress factors. Moreover, hydrolytic enzyme production by PGPRs, production of polysaccharides, bioremediation of heavy metals and stimulation of induced systemic resistance (by mechanisms such as the biosynthesis of defense principle related molecules, increasing the levels of defense proteins) are critical contributions (Çakmakçı, 2019).

Biotic and abiotic stresses cause many different physiological changes in plant cells, including the production of reactive oxygen species (ROS). The accumulation of high concentrations of ROS in plant cells leads to oxidative damage and causes disruption of cellular homeostasis. Plant cells are equipped with advanced antioxidant mechanisms. Some of these include antioxidant defense enzymes such as Ascorbate peroxidase (APX), catalase (CAT), peroxidase (PO), superoxide dismutase (SOD), glutathione reductase, glutathione S-transferase, and guaiacol peroxidase. These enzymes are involved in scavenging and converting ROS into non-toxic end products, thereby protecting cells from oxidative damage. In addition, plant cells also produce various antioxidant molecules such as carotenoids and phenylpropanoids to overcome oxidative damage. Furthermore, PGPR-assisted ISR prepares host plants to resist the pathogen invasion through the production of defense-related antioxidative enzymes and molecules (Saravanakumar *et al.*, 2007; Çakmakçı *et al.*, 2016; Bhattacharyya *et al.*, 2020).

The first study on the rhizosphere microbiome of tea plantations in Turkey started in 2007 with a project supported by TUBITAK. It has been determined that the tea rhizosphere is composed of very different PGPR isolates that can be used as biological fertilizers in different locations, depending on different cultivar/clone characteristics (Çakmakçı *et al.*, 2010 and 2016; Çakmakçı, 2019). Similar evaluations were made for tea plantations in different countries (Chakraborty *et al.*, 2009; 2015, Mishra *et al.*, 2014; Dutta *et al.*, 2015). At the end of the studies, it was determined that the most characteristic bacterial species of the tea rhizosphere were *Bacillus*, *Pseudomonas*, and *Paenibacillus* in the diagnosis made by the MIDI system. In addition, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Paenibacillus*, *Stenotrophomonas*, *Brevibacillus*, and *Arthrobacter* genera include the most prominent culturable isolates in rhizosphere and soil populations in tea plantations in Trabzon and Rize provinces in the Eastern Black Sea Region. In the acidic tea rhizosphere, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus megaterium*, *S. maltophilia*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis* and *Paenibacillus polymyxa* are the most dominant nitrogen fixing- phosphate solubilizing, ACC deaminase producing species (Çakmakçı *et al.*, 2010; Ertürk *et al.*, 2010 and 2014; Çakmakçı, 2019).

This research was conducted by applying 12 different biological fertilizer candidates, which were obtained from tea plantations formed by soils with pH levels between 3.5-6.1, and for which all tests were performed, as triple bacterial combinations, with 7 different carriers, on 2-years-old seedlings belonging to Pazar-20 tea clone. This study was carried out to determine the effects of these applications on the leaf enzymes of the plants.

MATERIAL AND METHOD

In this study, *Bacillus atrophaeus*RC11, *Bacillus megaterium*RC07, *Bacillus megaterium*42/4, *Bacillus megaterium*21/3, *Pseudomonas fluorescens*RC77, *Pseudomonas fluorescens*8/4, *Pseudomonas fluorescens*8/ 6, *Pseudomonas fluorescens*9/7, *Bacillus subtilis*RC63, *Bacillus subtilis*39/3, *Bacillus subtilis*36/10, *Bacillus subtilis*RC521, in total 12 different isolates (belonging to 4 different species), 5 different biological fertilizer formulations were formed, 3 for each formulation. Along with these applications, 1 standard biofertilizer, standard NPK fertilizer dose (1400 mg 25:5:10/seedling), and control (without fertilizer and bacteria) were included in the study. In the study, these formulations were used in combination with 7 different carriers. Thus, the study was planned according to the factorial experiment design with 4 replications and 5 seedlings (2 years-old seedlings in pots) in each replication (8 applications x 7 carriers). Some laboratory test results of the isolates used in the study are given in Table 1.

Table 1. Some characteristics of bacteria in the combinations used in the experiment with two-year-old seedlings in the Pazar-20 tea clone.

Çizelge 1. Bakteri kombinasyonlarının laboratuvar test sonuçları.

Strain No	MIS Diagnostic Result	Comb.	OK test	CAT test	N fixation	Sucroz test	Phosphate Solubilization	ACCD
RC11	<i>Bacillus atrophaeus</i>	F1	Z+	K+	+	+	+	2
RC07	<i>Bacillus megaterium</i>		Z+	K+	+	-	K+	TY
RC77	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		K+	+	Z+	-	+	2
RC63	<i>Bacillus subtilis</i>	F2	+	K+	K+	-	Z+	3
21/3	<i>Bacillus megaterium</i>		-	+	K+	-	K+	2
8/4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		K+	Z+	+	K+	+	3
36/10	<i>Bacillus subtilis</i>	F3	-	K+	K+	+	+	6
42/2	<i>Bacillus megaterium</i>		-	+	+	-	+	TY
8/6	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		K+	K+	+	Z+	K+	2
39/3	<i>Bacillus subtilis</i> ,	F4	Z+	K+	K+	+	Z+	4
42/4	<i>Bacillus megaterium</i>		-	+	K+	-	+	8
9/7	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		+	+	K+	K+	+	2
RC521	<i>Bacillus subtilis</i>	F5	-	K+	K+	+	-	3
42/4	<i>Bacillus megaterium</i>		-	+	K+	-	+	8
9/7	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		+	+	K+	K+	+	2

OK: oxidase; CAT: catalase; ACC: aminocyclopropane carboxylate deaminase activity (2 strong positive, 8 weak positive); TY: not tested; +: positive, K+: strongly positive; Z+: weak positive

The carrier formulas used in the experiment and some of their components (comprehensive ingredients and compositions are unique to this research and carrier determination studies have been continued until the most suitable liquid and solid carriers are concretely revealed):

1. (K): Tea compost-based carrier (compost, animal manure, clampe, etc.)
2. (T): Solid peat-based carrier (peat, glycerol, etc.)
3. (P): Solid perlite-based carrier (perlite, peat, clampe, glycerol, etc.)
4. (L): Solid leonardite-based carrier (leonardite, clampe etc.)
5. (Z): Solid zeolite-based carrier (zeolite, vermiculite, clampe, etc.)
6. (V): Solid vermiculite-based carrier (vermiculite, clampe, etc.)
7. (S): Liquid-based organic carrier (whey, seaweed, grass juice, etc.)

Extraction Preparation, Enzyme Activity, and Determination of Protein Content

Approximately 2 g leaf samples taken from tea plants were wrapped in aluminum foils and frozen at -80°C until used. For analysis, 2 g of leaf sample was pulverized with liquid nitrogen, 10 mL buffer was added (50 mM Tris-HCl and 1 mM EDTA, pH 7.5), the mixture was centrifuged at 4°C for 20 minutes (15,000 g) and macroparticles were removed. precipitated and the precipitate was discarded. The supernatant was used as a crude extract for measuring of enzyme activities and protein determinations. Each enzyme activity was determined spectrophotometrically (Shimadzu Spectrophotometer UV-1208) at 25°C. the protein concentration was calculated according to the Bradford method (1976) using bovine serum albumin as a standard using 595 nm absorbance measurement. Leaf enzyme measurements were repeated three times in each sample.

Assay Peroxidase (POD)

Peroxidase (POD) activity determination is based on monitoring the absorbance increase at 470 nm, caused by the colored compound, which is the product of the reaction in which guaiacol H_2O_2 is the substrate (Angelini *et al.*, 1990). Various fresh plant materials were extracted in 0.1 M pH=7.0 cold phosphate buffer by applying 100 mg fresh weight/mL ratio, the extracts were centrifuged at 10 000 rpm for 15 minutes and the supernatants were taken and used for enzyme determination (Smith *et al.*, 1971). In addition, 100 mL of 0.1 M phosphate buffer with pH 5.8 was taken and 15 mM guaiacol, 5 mM H_2O_2 were added and this reagent was freshly prepared and used. 3 mL of this reagent and 50 μ L of the sample according to enzyme activity were taken from the extracts and the oxidation product was measured at 470 nm at 10-second intervals for 2 minutes. The increase in absorbance was recorded at 1-minute intervals, and the increase in absorbance in the part where the absorbance increased linearly was proportional to 1 minute. The amount of enzyme that increases the absorbance by 0.01 in 1 minute at 25°C was accepted as 1 enzyme unit, and the results were expressed as enzyme units per g of leaf (EU g leaf⁻¹) (Yee *et al.*, 2003) $POD (EU g leaf^{-1}) = (5 \text{ mL homogenate}/0.5 \text{ g leaf}) / 10\mu\text{l ingested homogenate}) \times 2 \times (1/0.01) \times \text{Absorbance value}$; $POD (EU g leaf^{-1}) = 1000 \times 100 \times \text{Absorbance value}$. Secondly, in the POD reaction system, 0.05 mL enzyme extract, 2 mL water, 1 mL guaiacol as a donor, and 1 mL H_2O_2 as substrate was kept in 35 °C water for 5 minutes and measured spectrophotometrically. POD activity was defined as 0.1 units of absorbance change per minute (Mei *et al.*, 2009).

Assay Polyphenol oxidase (PPO)

Catechol was used as a substrate. The reaction mixture; It was formed from 2 mL of phosphate buffer solution (pH 6.2, 0.05 M) + 0.5 mL of "enzyme-containing solution" + 0.5 mL of substrate (0.5 M) solution (Lee *et al.*, 1991). After the reaction mixture was incubated for 5 minutes at 30°C, absorbance measurements were made at a wavelength of 410 nm at 15-second intervals. For this purpose, the a spectrophotometer was used. The slope of the curve reflecting the absorbance x time relationship was calculated in terms of "Absorbance min⁻¹ mL⁻¹" and expressed as "activity level" (Lee *et al.*, 1991). In addition, in the reaction system of PPO enzyme extract, 1 mL of enzyme-containing 2 mL of citrate and phosphate buffer solution (pH=5.6, 0.1 M), 0.4 mL of proline (10 mg/mL) and 1 mL of catechol were 10 in 35 °C water. minutes and measured spectrophotometrically. The unit of PPO activity is defined as 0.1 absorbances per minute (Mei *et al.*, 2009).

Assay Urease

For the at 37°C for 5 minutes. 0.5 mL (0.05 M) of urea was added to this sample and the entire mixture was left to stand for 20 minutes. 0.2 mL (1%) indophenol solution was added and 0.2 mL (0.5 M NaOH and 0.075% NaOCl) reagent was added, it waited for 30 minutes and the increase in absorbance was measured by spectrophotometer at 640 nm (Weatherburn, 1967).

Assay 5-Dehydroxyshikimate reductase

The absorbance of NADPH₂, which is formed according to the reaction $\text{Shikimat} + \text{NADP} + > 5\text{-dehydroshikimate} + \text{NADPH}$, is based on spectrophotometric monitoring at 340 nm (Sanderson, 1966). The reaction mixture contains 1 mM shikimic acid, 170 μ M NADP⁺ and 0.1 mL enzyme solution in 2.5 mL 0.1 M glycine buffer (pH=10). An enzyme unit is defined as the amount of enzyme that catalyzes the oxidation of 1 μ mol of shikimic acid in 1 minute.

Assay Alcohol dehydrogenase activity (ADH)

For the enzyme activity determination, the tea sample was homogenized with 10 mL of phosphate buffer (0.1 M, pH=7.0) and centrifuged for 15 minutes at 3000 rpm at +4°C (Smith *et al.*, 1971). 0.2 mL of the supernatant was taken and NAD⁺ (nicotinamide adenine dinucleotide) (2.5 mM) and ethyl alcohol (10 mM) solution were added to the reaction medium to form the concentrations in the measuring cuvettes, and the change in absorbance per minute was measured in a spectrophotometer at 340 nm at 25°C. Enzyme activity was expressed as optical density change per minute (DOD 340/g tea/min) (Smith *et al.*, 1971; Hatanaka *et al.*, 1974).

Assay Glucose 6-phosphate dehydrogenase (G6PD)

G6PD activity in tea leaf samples was determined according to the Beutler method (Beutler, 1984). The procedure contains 0.1 mM Tris-HCl buffer (pH=7.5), 0.5 mM EDTA, 0.2 mM NADP⁺, and 0.6 mM G6P for G6PD, 0.6 mM 6PGA for 6PGD, and the volume is 1 mL. In the system, the enzyme unit is defined as 1 μ mol NADP⁺ reduction per minute.

Assay 6-phosphogluconate dehydrogenase (6PGD)

6PGD activity in tea leaves was determined according to the Beutler method (Beutler, 1984). The procedure contains 0.1 mM Tris-HCl buffer (pH=7.5), 0.5 mM EDTA, 0.2 mM NADP⁺, and 0.6 mM G6P for G6PD, 0.6 mM 6PGA for 6PGD, and the volume is 1 mL. In the system, the enzyme unit min is defined as 1 µmol NADP⁺ reduction. Leaf enzyme activity was determined spectrophotometrically.

Assay Glutathione reductase (GR)

GR activity in tea leaves was determined according to the method developed by Carlberg and Mannervik (1985). Leaf enzyme activity was determined spectrophotometrically. The system contains a total volume of 1 mL of 0.75 mM Tris-HCl buffer (pH=7.0), 1 mM EDTA, 1 mM GSSG and 0.1 mM NADPH. One enzyme unit is defined as the oxidation of 1 µmol of NADPH per minute.

Assay Glutathione S-transferase (GST)

Leaf GST enzyme activity was determined spectrophotometrically. Glutathione S-transferase activity in tea leaves prepared by using the method given above, Habig *et al.* (1974), 1 mL volume of reaction medium contained 0.1 M potassium phosphate buffer (pH=6.5), 1.0 mM GSH, 1.0 mM CDNB, and 1% pure ethanol. An enzyme unit was defined as the formation of 1 µmol of GS-DNB (glutathione-dinitrobenzene complex) per minute at 340 nm.

Statistical Evaluations

After the data determined in the pot experiments were statistically analyzed using STATISTICA (StatSoft-2003) and SPSS (IBM SPSS Statistics 20) programs (especially by making variance, correlation, and multiple comparison tests), significant differences between treatments were determined using Duncan's multiple range test with a significance level of $p \leq 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

In this experiment, polyphenol oxidase, peroxidase and urease, alcohol dehydrogenase, and 5-de-hydroxy shikimate reductase enzyme activity tests were completed in the samples taken in May. Although the inoculated bacteria varied depending on the fertilizer applications and the carriers used, the inoculated bacterial formulations, fertilizer applications, and carriers significantly affected the leaf enzyme activity in tea seedlings (Table 2).

There are different enzymes in the root as well as in the leaves and shoots of the tea plant. Polyphenol oxidase (PPO) in tea leaves plays a role in the oxidation of flavonols, formation of taste and color, peroxidase (POD) oxidation of flavonols and alcohol dehydrogenase (ADH) in the formation of some alcohols and the development of aroma (Çalıkoglu and Bayrak, 2009). The polyphenol oxidase (PPO) and peroxidase (POD) enzymes in the leaf play an important role in oxidation reactions and provide the formation of substances that give black tea its color and smell. Aroma compounds are formed as a result of the oxidation of tea flavonols by the enzyme polyphenol oxidase. In black tea production, catechins are oxidized under the catalysis of polyphenol oxidase enzyme and turn into theaflavin (TF) and thearubigin (TR) pigments, which give black tea its typical color and taste (Ertürk *et al.*, 2010; Çakmakçı *et al.*, 2017). According to the carriers averages, all treatments except the F1 formulation significantly increased the PPO and POD activities measured as enzyme units per leaf weight (EU g leaf⁻¹) compared to the control. PPO activity per unit protein increased with all treatments, but the rate of increase was found to be significant only with mineral fertilizer applications. Inoculations of F2, F3, and F4 formulations, especially the F5 formulation, significantly increased the enzyme activity in unit protein while urease activity in tea leaves increased significantly with applications other than F1 in terms of unit leaf weight, applications other than F1 and F2 increased urease activity per unit protein, and the rate of increase was found to be significant. The applications tested in this trial set did not have any effect on the increase in alcohol dehydrogenase activity. The applications in the trial set increased the activity of the 5-de-hydroxy shikimate reductase enzyme measured in the leaves, and the increasing rates were found to be significant in F4 and F5 applications compared to the control. All treatments significantly increased the enzyme content per protein (EU mg protein⁻¹). According to the fertilizer application averages, compost, leonardite, peat, and liquid carriers gave the most appropriate results in terms of enzyme activity measurements in 2014 (Table 2,3).

Table 2. The effect of different carriers, bacteria combinations and NPK application on polyphenol oxidase, peroxidase and urease enzyme activity in Pazar-20 tea clone (2014).

Çizelge 2. Farklı taşıyıcı, bakteri kombinasyonları ve NPK uygulamasının Pazar-20 çay klonunda polifenol oksidaz, peroksidaz ve üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi (2014).

Treatment	Carrier	PPO		POD		Ürease	
		(EU g leaf ⁻¹)*	(EU mg Protein ⁻¹)	(EU g leaf ⁻¹)	(EU/mg protein)	(EU g leaf ⁻¹)	(EU mg Protein ⁻¹)
Control	K	7.78 k-n	0.073 cd	15.55 h-l	0.115 d-g	0.93 l-n	0.0117 h-j
	T	8.32 i-n	0.078 cd	16.62 e-l	0.126 d-g	0.99 i-n	0.0125 f-j
	P	7.38 l-n	0.069 cd	14.73 i-l	0.107 e-g	0.88 n	0.0111 ij
	L	8.11 j-n	0.076 cd	16.21 g-l	0.122 d-g	0.97 j-n	0.0122 f-j
	Z	8.25 j-n	0.077 cd	16.47 e-l	0.125 d-g	0.98 j-n	0.0124 f-j
	V	8.14 j-n	0.076 cd	16.27 g-l	0.123 d-g	0.97 j-n	0.0122 f-j
	S	7.82 k-n	0.073 cd	15.63 g-l	0.116 d-g	0.93 l-n	0.0118 g-j
	Average	7.97 e	0.074 b	15.93 d	0.119 d	0.95 e	0.0120 e
NPK	K	9.56 g-j	0.249 a	19.18 d-l	0.137 d-g	1.17 b-n	0.0140 c-j
	T	9.05 e-k	0.087 cd	18.35 d-l	0.131 d-g	1.12 d-n	0.0134 c-j
	P	8.17 j-n	0.079 cd	16.56 e-l	0.118 d-g	1.01 g-n	0.0121 f-j
	L	8.34 i-n	0.079 cd	17.32 d-l	0.124 d-g	1.06 f-n	0.0126 e-j
	Z	8.69 g-n	0.084 cd	17.63 d-l	0.126 d-g	1.08 d-n	0.0129 d-j
	V	9.67 c-j	0.093 cd	19.60 d-l	0.140 c-g	1.20 b-m	0.0143 c-i
	S	10.13 c-h	0.097 cd	20.54 c-i	0.147 b-g	1.25 b-k	0.0150 a-h
	Average	9.09 b-d	0.110 a	18.45 bc	0.132 b-d	1.13 b-d	0.0135b-d
F1	K	8.58 h-n	0.059 cd	22.74 b-c	0.139 c-g	1.13 c-n	0.0130 d-j
	T	8.10 j-n	0.078 cd	16.42 f-l	0.117 d-g	1.00 h-n	0.0120 f-j
	P	7.26 n	0.070 cd	14.32 j-l	0.102 g	0.87 n	0.0104 j
	L	8.71 g-n	0.084 cd	17.66 d-l	0.126 d-gj	1.08 d-n	0.0129 d-j
	Z	9.16 d-k	0.088 cd	18.58 d-l	0.133 d-g	1.13 c-n	0.0136 c-j
	V	7.74 k-n	0.074 cd	15.70 g-l	0.112 d-gj	0.96 k-n	0.0115 h-j
	S	9.23 d-k	0.089 cd	18.71 d-l	0.134 d-g	1.14 c-n	0.0137 c-j
	Average	8.40 e	0.077 ab	17.73 cd	0.124 cd	1.05 de	0.0124 de
F2	K	7.28 mn	0.195 ab	33.91 a	0.226 a	1.01 g-n	0.0121 f-j
	T	10.66 cd	0.102 cd	21.62 b-g	0.155 b-e	1.32 a-g	0.0158 a-f
	P	7.94 k-n	0.076 cd	16.10 g-l	0.115 d-g	0.98 j-n	0.0118 g-j
	L	10.30 c-g	0.099 cd	20.89 c-h	0.149 b-g	1.27 b-j	0.0152 a-h
	Z	9.13 d-k	0.088 cd	18.52 d-l	0.132 d-g	1.13 c-n	0.0135 c-j
	V	7.29 l-n	0.070 cd	13.98 l	0.105 fg	0.88 n	0.0104 j
	S	9.34 d-k	0.090 cd	18.95 d-l	0.136 d-g	1.16 c-n	0.0138 c-j
	Average	8.85 cd	0.103 ab	20.57 ab	0.145 ab	1.11 cd	0.0132 c-e
F3	K	9.03 e-k	0.087 cd	18.31 d-l	0.131 d-g	1.12 d-n	0.0134 c-j
	T	9.90 c-i	0.095 cd	20.07 d-k	0.144 b-g	1.23 b-m	0.0146 c-i
	P	9.08 d-k	0.087 cd	18.40 d-l	0.132 d-g	1.12 c-n	0.0134 c-j
	L	12.14 ab	0.161 b-d	22.60 bc	0.162 b-d	1.38 a-d	0.0165 a-d
	Z	8.59 h-n	0.083 cd	17.43 d-l	0.125 d-g	1.06 e-n	0.0127 d-j
	V	9.36 d-k	0.090 cd	18.98 d-l	0.136 d-g	1.16 b-n	0.0138 c-j
	S	10.28 c-g	0.099 cd	20.84 c-h	0.149 b-g	1.27 b-j	0.0152 a-h
	Average	9.77 ab	0.100 ab	19.52 bc	0.140 a-c	1.19 a-c	0.0142 a-c
F4	K	12.63 a	0.122 b-d	26.63 b	0.190 ab	1.58 a	0.0186 a
	T	10.19 c-h	0.098 cd	20.65 c-i	0.148 b-g	1.26 b-k	0.0151 a-h
	P	7.93 k-n	0.076 cd	16.09 g-l	0.115 d-g	0.98 j-n	0.0117 g-j
	L	9.63 c-j	0.093 cd	19.53 d-l	0.140 c-g	1.19 b-m	0.0142 c-i
	Z	10.57 c-e	0.102 cd	21.43 b-h	0.153 b-f	1.31 a-h	0.0156 a-f
	V	10.01 c-h	0.096 cd	20.30 d-j	0.145 b-g	1.24 b-l	0.0148 b-i
	S	11.06 bc	0.106 b-d	20.43 b-e	0.160 b-d	1.37a-e	0.0164 a-e
	Average	10.29 a	0.099 ab	21.01 ab	0.150 ab	1.28 a	0.0152 a
F5	K	7.27 n	0.043 d	36.98 a	0.225 a	1.46 ab	0.0183 ab
	T	8.89 f-l	0.095 cd	18.03 d-l	0.129 d-g	1.10 d-n	0.0132 d-j
	P	7.36 l-n	0.069 cd	14.32 j-l	0.102 g	0.87 n	0.0104 j
	L	12.82 a	0.123 b-d	25.99 bc	0.186 a-c	1.59 a	0.0185 a
	Z	9.16 d-k	0.092 cd	18.17 d-l	0.130 d-g	1.11 d-n	0.0133 d-j
	V	11.00 bc	0.106 b-d	22.31 b-f	0.160 b-d	1.36 a-f	0.0163 a-e
	S	10.48 c-f	0.101 cd	21.25 b-h	0.152 b-g	1.30 b-i	0.0155 a-g
	Average	9.57 a-c	0.088 ab	22.44 a	0.155 a	1.26 a	0.0151 a

Table 2. Continue.

Çizelge 2. Devamı.

Treatment	Carrier	PPO		POD		Ürease	
		(EU g leaf ⁻¹)*	(EU mg Protein ⁻¹)	(EU g leaf ⁻¹)	(EU/mg protein)	(EU g leaf ⁻¹)	(EU mg Protein ⁻¹)
Biological Fert.	K	7.35 l-n	0.136 b-d	14.15 kl	0.122 d-g	1.43 a-c	0.0170 a-c
	T	8.60 h-n	0.083 cd	17.45 d-l	0.125 d-g	1.06 e-n	0.0127 d-j
	P	9.89 c-i	0.095 cd	20.05 d-k	0.143 b-g	1.22 b-m	0.0146 c-i
	L	11,03 bc	0.106 b-d	22.37 b-f	0.160 b-d	1.37 a-f	0.0163 a-e
	Z	8.88 f-m	0.085 cd	18.01 d-l	0.129 d-g	1.10 d-n	0.0131 d-j
	V	9.56 c-j	0.092 cd	19.38 d-l	0.139 c-g	1.18 b-n	0.0141 c-j
	S	9.88 c-i	0.095 cd	20.04 d-k	0.143 b-g	1.22 b-m	0.0146 c-i
	Average	9.31 bc	0.099 ab	18.78 bc	0.137 a-d	1.23 ab	0.0147 ab
Treatment Average	K	8.68 cd	0.120 a	23.43 a	0.161 a	1.23 a	0.0148 a
	T	9.21 bc	0.088 b	18.65 bc	0.134 b	1.14 ab	0.0137 ab
	P	8.13 d	0.078 b	16.32 c	0.117 c	0.99 c	0.0120 c
	L	10.14 a	0.102 ab	20.32 b	0.146 ab	1.24 a	0.0148 a
	Z	9.06 bc	0.087 b	18.28 bc	0.132 bc	1.11 b	0.0134 b
	V	9.10 bc	0.087 b	18.32 bc	0.132 bc	1.12 b	0.0134 b
	S	9.78 ab	0.094 ab	19.80 b	0.142 b	1.21 ab	0.0145 ab

*The differences between the means indicated with the same letter are not significant ($p < 0.05$) in their group.

Table 3. The effect of different carriers and treatments on alcohol dehydrogenase and 5-dehydroxyshikimate reductase enzyme activity in Pazar-20 tea clone (2013).

Çizelge 3. Farklı taşıyıcı ve uygulamaların Pazar-20 çay klonunda alkol dehidrogenaz ve 5-dehidroksişikimat redüktaz enzim aktivitesi üzerine etkisi (2013 yılı).

Treatment	Carrier	Alcohol dehydrogenase		5-dehydroxyshikimate reductase	
		(EU g leaf ⁻¹)*	(EU mg protein ⁻¹)	(EU g leaf ⁻¹)	(EU mg protein ⁻¹)
Control	K	1.50 ab	0.056 a	2.32 f-l	0.033 h
	T	1.60 a	0.060 a	2.48 d-l	0.036 h
	P	1.42 a-d	0.053 ab	2.20 h-l	0.054 fh
	L	1.56 a	0.058 a	2.42 d-l	0.065 d-h
	Z	1.59 a	0.059 a	2.46 d-l	0.066 d-h
	V	1.57 a	0.059 a	2.43 d-l	0.067 d-h
	S	1.51 ab	0.056 a	2.33 e-l	0.060 e-h
	Average	1.54 a	0.057 a	2.37 c	0.055 c
NPK	K	0.89 g-k	0.029 h-l	2.54 d-l	0.081 c-g
	T	0.85 g-k	0.028 h-l	2.43 d-l	0.078 c-g
	P	0.77 h-k	0.025 i-l	2.19 h-l	0.070 d-h
	L	0.81 g-k	0.026 h-l	2.29 g-l	0.074 d-g
	Z	0.82 g-k	0.027 h-l	2.33 e-l	0.075 c-g
	V	0.91 g-j	0.030 h-l	2.58 d-k	0.083 c-g
	S	0.96 g-i	0.031 h-k	2.72 d-k	0.087 b-g
	Average	0.86 cd	0.028 cd	2.44 c	0.078 b
F1	K	0.91 g-k	0.027 h-l	3.92 a	0.124 ab
	T	0.76 h-k	0.025 j-l	2.17 i-l	0.070 d-h
	P	0.67 jk	0.022 l	1.90 l	0.061 e-h
	L	0.82 g-k	0.027 h-l	2.34 e-l	0.075 c-g
	Z	0.86 g-k	0.028 h-l	2.46 d-l	0.067 f
	V	0.73 i-k	0.024 kl	2.08 kl	0.067 d-h
	S	0.87 g-k	0.028 h-l	2.48 d-l	0.079 c-g
	Average	0.80 d	0.026 d	2.48 c	0.079 b
F2	K	1.44 a-c	0.048 bc	3.08 a-d	0.103 b-e
	T	1.01 e-h	0.033 f-g	2.86 c-h	0.092 b-g
	P	0.75 h-k	0.024 j-l	2.13 j-l	0.068 d-h
	L	0.97 f-i	0.032 g-k	2.77 d-c	0.089 b-g
	Z	0.86 g-k	0.028 h-l	2.45 d-l	0.079 c-g
	V	0.65 k	0.022 l	1.89 l	0.059 e-h
	S	0.88 g-k	0.029 h-l	2.51 d-l	0.080 c-g
	Average	0.94 bc	0.031 bc	2.53 bc	0.081 ab

Table 3. Continue.

Çizelge 3. Devamı.

Treatment	Carrier	Alcohol dehidrogenase		5-dehidroksihikimate reductase	
		(EU g leaf ⁻¹)*	(EU mg protein ⁻¹)	(EU g leaf ⁻¹)	(EU mg protein ⁻¹)
F3	K	0.85 g-k	0.028 h-l	2.42 d-l	0.078 c-g
	T	0.93 g-i	0.030 h-l	2.66 d-k	0.085 c-g
	P	0.86 g-k	0.028 h-l	2.44 d-l	0.078 c-g
	L	1.05 e-g	0.034 e-h	2.99 a-e	0.096 b-f
	Z	0.81 g-k	0.026 h-l	2.31 f-l	0.074 c-g
	V	0.88 g-k	0.029 h-l	2.51 d-l	0.081 c-g
	S	0.97 f-i	0.032 g-k	2.76 d-j	0.088 b-g
Average		0.91 bc	0.030 bc	2.58 a-c	0.083 ab
F4	K	1.24 c-e	0.040 c-f	3.53 ab	0.113 bc
	T	0.96 g-i	0.031 g-k	2.73 d-k	0.088 b-g
	P	0.75 h-k	0.024 j-l	2.13 j-l	0.068 d-h
	L	0.91 g-k	0.030 h-l	2.59 d-k	0.083 c-g
	Z	1.00 f-h	0.033 f-k	2.84 c-i	0.091 b-g
	V	0.94 g-i	0.031 h-k	2.69 d-k	0.086 c-g
	S	1.04 e-g	0.034 e-h	2.97 b-f	0.095 b-f
Average		0.98 b	0.032 b	2.78 ab	0.089 ab
F5	K	1.32 b-d	0.044 cd	4.00 a	0.153 a
	T	0.84 g-k	0.027 h-l	2.39 e-l	0.077 c-g
	P	0.67 jk	0.022 l	1.90 l	0.061 e-h
	L	1.21 d-f	0.039 d-g	3.44 a-c	0.110 b-d
	Z	0.85 g-k	0.028 h-l	2.41 e-l	0.077 c-g
	V	1.04 e-g	0.034 e-h	2.95 b-g	0.095 b-f
	S	0.99 f-i	0.032 g-k	2.81 d-i	0.090 b-g
Average		0.99 b	0.032 b	2.84 a	0.095 a
Biological	K	1.21 d-f	0.041 c-e	1.88 l	0.063 e-h
	T	0.81 g-k	0.026 hl	2.31 f-l	0.074 c-g
Fertilizer	P	0.93 g-i	0.030 h-l	2.65 d-k	0.085 c-g
	L	1.04 e-g	0.034 e-h	2.96 b-g	0.095 b-f
	Z	0.84 g-k	0.027 h-l	2.38 e-l	0.076 c-g
	V	0.90 g-k	0.029 h-l	2.57 d-k	0.082 c-g
	S	0.93 g-i	0.030 h-l	2.65 d-k	0.085 c-g
Average		0.95 bc	0.031 bc	2.49 c	0.080 b
Treatment	K	1.17 a	0.039 a	2.96 a	0.094 a
Average	T	0.97 bc	0.033 bc	2.50 bc	0.075 bc
	P	0.85 c	0.029 c	2.19 d	0.068 c
	L	1.05 ab	0.035 ab	2.72 b	0.086 ab
	Z	0.95 bc	0.032 bc	2.45 c	0.077 bc
	V	0.95 bc	0.032 bc	2.46 c	0.078 bc
	S	1.02 b	0.034 a-c	2.65 bc	0.083 ab

*The differences between the means indicated with the same letter are not significant ($p < 0.05$) in their group.

The effects of bacteria and chemical fertilizer applications on leaf antioxidant and pentose phosphate pathway enzyme activities in seedlings of Pazar-20 tea clone are given in Table 4. As can be seen from the relevant table, enzyme activities increased in all applications except the control. This increase was generally higher in biological fertilizers. In addition, the F3 formulation was found to be quite effective in terms of GST, G6PD, and 6PGD enzyme activities. When an evaluation is made in terms of the effect of the carriers used on the leaf enzyme activities, it has been observed that the peat-based carrier is promising and the liquid carrier also affects the leaf enzyme activity (Table 4). According to the 2015 results of the leaf polyphenol oxidase, peroxidase, and urease enzyme contents in Pazar-20 tea clone seedlings, all applications increased the activity of the mentioned enzymes compared to the control (Table 5).

Table 4. The effect of different carriers, mineral fertilization and bacterial combinations on leaf GR, GST, G6PD and 6PGD enzyme activity in Pazar-20 tea clone (2014).

Çizelge 4. Farklı taşıyıcı, mineral gübreleme ve bakteri kombinasyonlarının Pazar-20 çay klonunda yaprak GR, GST, G6PD ve 6PGD enzim aktivitesi üzerine etkisi (2014).

Variation Sources	Enzym activity EU mg protein ⁻¹ *			
	GR**	GST	G6PD	6PGD
Treatments (n=28)				
Control	1.53 f	1.31 e	1.60 d	1.09 d
NPK	2.66 b	2.36 ab	1.72 cd	1.51 c
F1	2.39 c	2.27 bc	1.88 c	1.60 bc
F2	2.17 e	2.13 cd	1.91 bc	1.51 c
F3	2.27 de	2.36 ab	2.38 a	1.86 a
F4	2.35 cd	2.05 d	2.14 ab	1.64 ac
F5	2.25 de	2.11 cd	1.92 bc	1.81 ab
Biological Fertilizer	2.87 a	2.45 a	1.82 cd	1.74 ab
Carriers (n=32)				
Compost	2.29 bc	2.18 ab	1.85 ab	1.66 a
Peat	2.26 c	2.32 a	1.79 b	1.71 a
Perlite	2.13 d	2.04 b	1.91 ab	1.44 b
Leonardite	2.31 bc	2.12 ab	1.91 ab	1.58 ab
Zeolite	2.27 c	2.11 ab	2.07 a	1.61 ab
Vermiculite	2.40 ab	2.02 b	1.93 ab	1.59 ab
Liquid Formula	2.51 a	2.11 ab	1.98 ab	1.59 ab

*GR: Glutation reductase, GST: Glutation S-transferase, G6PD: Glucoz-6 fosfat dehidrogenase (G6PD), 6PGD: 6-Phosphogluconat dehidrogenase (EC 1.1.1.44).

***The differences between the means indicated with the same letter are not significant (p< 0.05) in their group.

In this study, especially the F4 formulation gave the highest leaf enzyme activity among the applications. This formulation was followed by F3 and F5 in terms of effectiveness. In terms of carriers used in the study, leonardite and compost leaf gave the highest values in terms of enzyme activities (Table 5). The analysis results regarding the effect of the applications on the alcohol dehydrogenase and 5-de-hydroxy shikimate reductase enzymes in the leaf are given in Table 6. As can be seen from the table, all applications increased leaf enzyme activities compared to the control. The F5 formula increased the enzyme activities at the highest level. According to the application averages, the compost carrier gave the highest values in terms of POD, urease, ADH, and DSK enzyme activities, followed by leonardite (Table 5,6).

Table 5. The effect of different carriers, bacterial combinations and NPK fertilizer application on polyphenol oxidase, peroxidase and urease enzyme activity in Pazar-20 tea clone (2015).

Çizelge 5. Farklı taşıyıcı, bakteri kombinasyonları ve NPK gübre uygulamasının Pazar-20 çay klonunda polifenol oksidaz, peroksidaz ve üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi (2015).

Treatment*	Carrier	PPO		POD		Urease	
		(EU g leaf ⁻¹)*	(EU mg Protein ⁻¹)	(EU g leaf ⁻¹)	(EU mg Protein ⁻¹)	(EU g leaf ⁻¹)	(EU mg Protein ⁻¹)
Control	K	8.29 i	0.088 a-e	16.55 f	0.144 d-h	1.20 d-g	0.0153 a-f
	T	8.69 g-i	0.082 de	17.52 ef	0.133 e-h	1.06 g	0.0135 d-f
	P	8.30 i	0.081 e	16.58 f	0.124 h	1.10 fg	0.0129 ef
	L	8.85 f-i	0.083 c-e	17.84 ef	0.136 d-h	1.10 fg	0.0138 d-f
	Z	8.84 f-i	0.083 c-e	17.81 ef	0.136 d-h	1.08 fg	0.0138 d-f
	V	8.94 d-i	0.084 b-e	18.03 d-f	0.138 d-h	1.09 fg	0.0139 d-f
	S	8.30 i	0.081 e	16.93 f	0.125 h	1.06 g	0.0124 f
	Average	8.60 d	0.083 d	17.32 c	0.134 d	1.10 d	0.0137 d
NPK	K	10.60 a-h	0.098 a-e	21.53 b-f	0.155 b-h	1.37 a-g	0.0169 a-f
	T	9.27 d-i	0.092 a-e	19.42 c-f	0.140 d-h	1.21 d-g	0.0146 b-f
	P	8.93 d-i	0.087 a-e	18.28 d-f	0.132 f-h	1.14 d-g	0.0137 d-f
	L	9.06 d-i	0.087 a-e	18.99 d-f	0.137 d-h	1.18 d-g	0.0142 b-f
	Z	9.59 c-i	0.093 a-e	19.63 c-f	0.142 d-h	1.22 d-g	0.0147 a-f
	V	10.79 a-g	0.103 a-e	21.66 b-f	0.156 b-h	1.35 a-g	0.0162 a-f
	S	11.10 a-e	0.099 a-e	23.04 a-e	0.155 b-h	1.35 a-g	0.0159 a-f
	Average	9.91 bc	0.094 ac	20.36 b	0.145 cd	1.26 bc	0.0152 bc

Table 5. Continue.

Çizelge 5. Devamı.

F1	K	8.32 i	0.088 a-e	23.86 a-d	0.153 c-h	1.24 cg	0.0147 a-f
	T	8.87 f-i	0.086 a-e	17.71 ef	0.128 gh	1.10 fg	0.0128 ef
	P	8.30 i	0.088 a-e	16.72 f	0.122 h	1.07 fg	0.0129 ef
	L	9.57 c-i	0.093 a-e	20.57 c-f	0.141 d-h	1.32 a-g	0.0147 a-f
	Z	9.63 c-i	0.093 a-e	19.70 c-f	0.142 d-h	1.22 d-g	0.0148 a-f
	V	8.52 hi	0.085 b-e	17.85 ef	0.129 gh	1.11 e-g	0.0134 d-f
	S	9.55 c-i	0.093 a-e	21.77 b-f	0.147 d-h	1.12 d-g	0.0135 d-f
	Average	8.97 d	0.089 cd	19.74 b	0.137 d	1.17 cd	0.0138 cd
F2	K	8.92 e-i	0.081 e	27.42 a	0.194 a	1.30 a-g	0.0158 a-f
	T	10.97 a-f	0.106 a-c	22.42 a-f	0.162 a-h	1.39 a-g	0.0168 a-f
	P	9.20 d-i	0.089 a-e	18.83 d-f	0.136 d-h	1.17 d-g	0.0141 c-f
	L	10.84 a-g	0.105 a-e	22.19 a-f	0.160 a-h	1.38 a-g	0.0166 a-f
	Z	8.98 d-i	0.091 a-e	19.24 d-f	0.139 d-h	1.20 d-g	0.0144 b-f
	V	8.56 hi	0.081 e	16.57 f	0.124 h	1.06 g	0.0125 f
	S	9.83 b-i	0.095 a-e	20.12 c-f	0.145 d-h	1.25 c-g	0.0151 a-f
	Average	9.61 c	0.093 bc	20.97 ab	0.151 bc	1.25 bc	0.0151 bd
F3	K	10.39 b-i	0.095 a-e	20.35 c-f	0.147 d-h	1.26 b-g	0.0153 a-f
	T	10.59 a-h	0.101 a-e	21.67 b-f	0.156 b-h	1.35 a-g	0.0162 a-f
	P	10.60 a-h	0.100 a-e	21.12 b-f	0.152 c-h	1.31 a-g	0.0158 a-f
	L	12.51 a	0.109 ab	23.38 a-e	0.171 a-f	1.45 a-f	0.0175 a-e
	Z	9.41 d-i	0.091 a-e	19.26 d-f	0.139 d-h	1.20 d-g	0.0144 b-f
	V	10.34 b-i	0.100 a-e	21.17 b-f	0.153 c-h	1.32 a-g	0.0159 a-f
	S	11.80 ab	0.110 a	23.84 a-d	0.174 a-d	1.50 a-d	0.0181 a-d
	Average	10.81 a	0.101 a	21.54 ab	0.156 ac	1.34 ab	0.0162 ab
F4	K	12.56 a	0.102 a-e	27.42 a	0.195 a	1.64 a	0.0188 a-c
	T	10.62 a-h	0.102 a-e	21.55 b-f	0.155 b-h	1.34 a-g	0.0162 a-f
	P	8.91 ei	0.086 a-e	18.23 d-f	0.132 f-h	1.13 d-g	0.0137 d-f
	L	10.56 a-h	0.104 a-e	22.02 a-f	0.160 a-h	1.37 a-g	0.0165 a-f
	Z	10.95 a-f	0.106 a-d	22.36 a-f	0.161 a-h	1.39 a-g	0.0168 a-f
	V	11.13 a-d	0.108 ab	23.08 a-e	0.160 a-h	1.42 a-g	0.0171 a-f
	S	10.84 a-g	0.101 a-e	25.11 a-c	0.190 a-c	1.60 a-c	0.0190 ab
	Average	10.80 a	0.101 a	22.82 a	0.165 a	1.41 a	0.0169 a
F5	K	9.07 d-i	0.089 a-e	27.46 a	0.190 a-c	1.50 a-d	0.0189 ab
	T	9.23 d-i	0.089 a-e	18.68 d-f	0.135 d-h	1.16 d-g	0.0140 d-f
	P	9.88 b-i	0.089 a-e	18,46 d-f	0.133 e-h	1.15 d-g	0.0138 d-f
	L	12.56 a	0.110 a	26.54 a-b	0.192 ab	1.65 a	0.0194 a
	Z	10.36 b-i	0.105 a-e	20.76 c-f	0.150 d-h	1.29 a-g	0.0156 a-f
	V	11.62 a-c	0.110 a	23.88 a-d	0.172 a-e	1.48 a-e	0.0181 a-d
	S	10.96 a-f	0.097 a-e	20.63 c-f	0.149 d-h	1.34 a-g	0.0156 a-f
	Average	10.53 ab	0.098 ab	22.35 a	0.160 ab	1.37 ab	0.0165 ab
Biological Fertilizer	K	8.34 i	0.099 a-e	17.03 f	0.146 d-h	1.63 ab	0.0189 a-c
	T	9.13 d-i	0.088 a-e	19.21 d-f	0.139 d-h	1.19 d-g	0.0144 b-f
	P	10.93 a-f	0.105 a-e	23.00 a-e	0.166 a-g	1.43 a-g	0.0172 a-f
	L	11.01 a-f	0.106 a-d	23.17 a-e	0.167 a-g	1.44 a-g	0.0174 a-e
	Z	9.45 d-i	0.091 a-e	19.90 c-f	0.144 d-h	1.24 c-g	0.0149 a-f
	V	10.04 b-i	0.097 a-e	21.14 b-f	0.153 c-h	1.31 a-g	0.0159 a-f
	S	10.37 b-i	0.100 a-e	19.66 c-f	0.147 d-h	1.36 a-g	0.0164 a-f
	Average	9.89 bc	0.098 ab	20.45 b	0.152 bc	1.37 ab	0.0164 ab
Treatment Average	K	9.56 b	0.092 ab	22.70 a	0.165 a	1.39 a	0.0168 a
	T	9.67 b	0.093 ab	19.77 cd	0.143 cd	1.23 cd	0.0148 cd
	P	9.38 b	0.091 b	18.90 d	0.137 d	1.19 d	0.0143 d
	L	10.62 a	0.100 a	21.84 ab	0.158 ab	1.36 ab	0.0163 ab
	Z	9.65 b	0.094 ab	19.83 cd	0.144 cd	1.23 cd	0.0149 b-d
	V	9.99 ab	0.096 ab	20.42 b-d	0.148 b-d	1.27 b-d	0.0154 b-d
	S	10.34 a	0.097 ab	21.39 a-c	0.154 a-c	1.32 a-c	0.0157 a-c

*The differences between the means indicated with the same letter are not significant ($p < 0.05$) in their group.

Table 6. The effect of different carriers, bacterial combinations and fertilizer application on alcohol dehydrogenase and 5-dehydroxyshikimate reductase enzyme activity in Pazar-20 tea clone (2015).

Çizelge 6. Farklı taşıyıcı, bakteri kombinasyonları ve gübre uygulamasının Pazar-20 çay klonunda alkol dehidrogenaz ve 5-dehidroksişikimat redüktaz enzim aktivitesi üzerine etkisi (2015).

Treatment	Carrier	Alcohol dehidrogenase		5-Dehidroksişikimat redüktase	
		(EU g leaf ⁻¹)*	(EU mg protein ⁻¹)	(EU g leaf ⁻¹)	(EU mg protein ⁻¹)
Control	K	1.54 a-d	0.052 a-c	2.73 c-f	0.040 d
	T	1.30 a-g	0.045 a-f	2.62 d-f	0.070 cd
	P	1.24 b-g	0.043 a-f	2.46 ef	0.085 a-d
	L	1.41 a-f	0.045 a-f	2.67 c-f	0.067 cd
	Z	1.50 a-e	0.047 a-f	2.60 d-f	0.073 cd
	V	1.43 a-f	0.053 ab	2.70 c-f	0.094 a-c
	S	1.31 a-g	0.044 a-f	2.37 f	0.039 d
	Average		1.39 b	0.047 b	2.59 c
NPK	K	1.38 a-g	0.050 a-d	3.01 a-f	0.095 a-c
	T	1.28 a-g	0.047 a-f	2.58 d-f	0.083 a-d
	P	1.16 fg	0.036 ef	2.43 f	0.078 b-d
	L	1.22 c-g	0.045 a-f	2.53 ef	0.081 a-d
	Z	1.24 b-g	0.046 a-f	2.61 d-f	0.084 a-d
	V	1.32 a-g	0.048 a-f	2.88 b-f	0.093 a-c
	S	1.29 a-g	0.046 a-f	3.37 a-c	0.101 a-c
	Average		1.27 c	0.046 b	2.77 bc
F1	K	1.06 g	0.035 f	2.85 b-f	0.115 a-c
	T	1.06 g	0.045 a-f	2.36 f	0.076 b-d
	P	1.17 e-g	0.035 f	2.36 f	0.071 cd
	L	1.08 g	0.039 c-f	2.60 d-f	0.084 a-d
	Z	1.07 g	0.038 d-f	2.62 d-f	0.084 a-d
	V	1.07 g	0.036 ef	2.37 f	0.076 b-d
	S	1.23 c-g	0.036 ef	2.89 b-f	0.088 a-c
	Average		1.10 d	0.038 c	2.58 c
F2	K	1.53 a-d	0.056 ab	3.27 a-d	0.115 a-c
	T	1.31 a-g	0.046 a-f	2.98 a-f	0.096 a-c
	P	1.20 d-g	0.042 b-f	2.50 ef	0.081 a-d
	L	1.38 a-g	0.048 a-f	2.95 b-f	0.095 a-c
	Z	1.31 a-g	0.046 a-f	2.56 d-f	0.082 a-d
	V	1.20 d-g	0.043 a-f	2.38 f	0.074 b-d
	S	1.31 a-g	0.046 a-f	2.68 c-f	0.086 a-d
	Average		1.32 bc	0.047 b	2.76 bc
F3	K	1.37 a-g	0.049 a-e	2.71 c-f	0.087 a-c
	T	1.34 a-g	0.048 a-f	2.88 b-f	0.093 a-c
	P	1.26 b-g	0.045 a-f	2.81 c-f	0.090 a-c
	L	1.38 a-g	0.049 a-e	3.18 a-e	0.103 a-c
	Z	1.28 a-g	0.046 a-f	2.56 d-f	0.083 a-d
	V	1.23 c-g	0.044 a-f	2.82 c-f	0.091 a-c
	S	1.31 a-g	0.047 a-f	3.26 a-d	0.106 a-c
	Average		1.31 bc	0.047 b	2.89 ab
F4	K	1.56 a-c	0.051 a-d	3.66 a	0.128 a
	T	1.49 a-f	0.049 a-e	2.87 b-f	0.092 a-c
	P	1.33 a-g	0.044 a-f	2.42 f	0.096 a-c
	L	1.56 a-c	0.051 a-d	2.93 b-f	0.103 a-c
	Z	1.52 a-d	0.050 a-d	2.97 b-f	0.096 a-c
	V	1.48 a-f	0.048 a-f	3.06 a-f	0.098 a-c
	S	1.58 ab	0.052 ac	3.35 a-c	0.108 a-c
	Average		1.50 a	0.049 ab	3.04 a
F5	K	1.60 a	0.056 a	3.66 a	0.122 ab
	T	1.48 a-f	0.050 a-d	2.48 ef	0.080 a-d
	P	1.34 a-g	0.046 a-f	2.46 ef	0.099 a-c
	L	1.61 a	0.056 a	3.53 ab	0.114 a-c
	Z	1.46 a-f	0.050 a-d	2.76 c-f	0.089 a-c
	V	1.51 a-e	0.052 a-c	3.18 a-e	0.102 a-c
	S	1.44 a-f	0.049 a-e	2.78 c-f	0.090 a-c

Table 6. Continue.

Çizelge 6. Devami.

Average		1.49 a	0.051 a	2.98 ab	0.099 ab
Biological Fert.	K	1.62 a	0.056 a	2.35 f	0.074 b-d
	T	1.30 a-g	0.046 a-f	2.56 d-f	0.082 a-d
	P	1.31 a-g	0.046 a-f	3.06 a-f	0.099 a-c
	L	1.43 a-f	0.051 a-d	3.08 a-f	0.099 a-c
	Z	1.29 a-g	0.046 a-f	2.62 d-f	0.086 a-d
	V	1.36 a-g	0.048 a-f	2.81 c-f	0.091 a-c
	S	1.31 a-g	0.046 a-f	2.90 b-f	0.093 a-c
Average		1.37 bc	0.048 ab	2.77 bc	0.089 ab
Treatment	K	1.46 a	0.051 a	3.03 a	0.097 a
Average	T	1.32 bc	0.047 ab	2.67 c	0.084 a
	P	1.25 c	0.042 c	2.56 c	0.087 a
	L	1.38 ab	0.048 ab	2.93 ab	0.093 a
	Z	1.34 bc	0.046 b	2.66 c	0.085 a
	V	1.32 bc	0.046 b	2.77 bc	0.090 a
	S	1.35 bc	0.046 bc	2.95 ab	0.089 a

*The differences between the means indicated with the same letter are not significant ($p < 0.05$) in their group.

Table 7. The effect of different carriers, bacterial combinations and mineral fertilizer application on leaf GR, GST, G6PD and 6PGD enzyme activity in Pazar-20 tea clone (2015).

Çizelge 7. Farklı taşıyıcı, bakteri kombinasyonları ve mineral gübre uygulamasının Pazar-20 çay klonunda yaprak GR, GST, G6PD ve 6PGD enzim aktivitesi üzerine etkisi (2015).

Variation Sources	Enzym activity EU mg protein ⁻¹			
	GR	GST	G6PD	6PGD
Treatments (n=28)				
Control	1.65 e	1.41 d	1.72 e	1.18 d
NPK	2.87 b	2.55 ab	1.86 d	1.64 c
F1	2.61 c	2.45 b	2.03 c	1.72 b
F2	2.40 d	2.31 c	2.10 bc	1.63 c
F3	2.45 d	2.54 ab	2.57 a	1.93 a
F4	2.54 cd	2.21 c	2.20 b	1.76 b
F5	2.42 d	2.27 c	2.07 c	1.87 a
Biological Fertilizer	3.04 a	2.65 a	1.96 cd	1.89 a
Carriers (n=32)				
Compost	2.50 bc	2.35 b	2.00 bc	1.70 a
Peat	2.44 cd	2.50 a	1.95 c	1.76 a
Perlite	2.32 d	2.21 c	2.06 a-c	1.56 b
Leonardite	2.50 bc	2.29 bc	2.07 a-c	1.70 a
Zeolite	2.45 c	2.28 bc	2.13 a	1.75 a
Vermiculite	2.59 ab	2.18 c	2.09 ab	1.71 a
Liquid formula	2.69 a	2.28 bc	2.16 a	1.73 a

*The differences between the means indicated with the same letter are not significant ($p < 0.05$) in their group.

The values related to the effects of the applications on the enzyme activity of the leaves in the seedlings of the Pazar-20 tea clone are given in Table 7. While GR, GST, G6PD, and 6PGD activities gave the highest values especially in the F3 formulation, the application of biological fertilizers also increased the enzyme activity significantly. All of the bacterial formulations increased leaf enzyme activity compared to the control. In terms of different carriers used to commercialize bacterial formulations, the liquid carrier gave the best values in terms of the effect on leaf enzyme values. While peat was the best carrier for GST and 6PGD enzymes, zeolite carrier gave the highest values for G6PD and 6PGD enzymes (Table 7). F4, F3, and F5 formulations provided the highest leaf PPO, POD, and urease values in 2015, respectively. In the same year, F4, F5, and F3 rankings were valid in terms of Alcohol Dehydrogenase and 5-Dehydroxyshikimate enzyme values (Tables 5 and 6). In terms of carriers, the efficiency of different enzyme activities was determined in the same year, especially in carriers such as liquid formula and peat (Table 7).

CONCLUSION

The regular continuation of the chemical reactions taking place in the cells is with the help of the enzymes in the cell, and the complex molecules are broken down into simple molecules by the effect of the enzymes. The enzymes found in the young leaves and shoots of the tea plant create biochemical transformations during the processing stage, giving the tea its characteristic taste and smell. The production of different types and qualities of black tea occurs thanks to the enzymes in the young tea leaves and buds. Especially oxidative enzymes serve in the production of black tea. In addition, some of the enzymes discussed are those that have direct or indirect effects on the development of the plant's resistance to stress factors (Savanakumar *et al.*, 2007; Mishra *et al.*, 2014).

In many studies conducted in similar ecology, as in this study, it has been determined that there is a close relationship between the enzyme activities in plant leaves and the growing support of the PGPR isolates used (Çakmakçı, 2016; Çakmakçı *et al.*, 2017). Also, the changes in enzyme activities are affected differently by the bacterial isolates and carriers in the formulas used. Therefore, it is expected that there will be increased in many growth parameters with PGPR applications of enzymes responsible for both the quality of the finished tea and many growth reactions (enzymes are also active in nitrate assimilation). However; failures in these applications may be due to the inability to select the appropriate bacterial association a combination of carriers. That's why; many studies are needed to determine the activities of PGPRs in the tea rhizosphere. In the future, studies to determine the effects of PGPR strains on different enzyme activities will contribute to the search for alternatives that can provide efficacy against biotic and abiotic stress conditions encountered in tea cultivation. The effect of the tested isolates on the enzymes in plant leaves can be explained by the interaction of plant X microorganism X carrier in a particular plant environment in particular ecology, as well as the classical mechanism of action. Although the effectiveness of the fertilizer dose used in the studies disappears after a period of time, it is reported that the bacterial activity (although it varies depending on many factors) may be longer and permanent (Ramkumar *et al.*, 2015; Çakmakçı, 2016; Çakmakçı *et al.*, 2011 and 2017; Ertürk *et al.*, 2011 and 2014).

The use of effective bacteria with multiple characteristics, such as the bacterial isolates used in this research, may ultimately contribute to reducing the environmental pollution. In short, it is a very important and expected result that soils inoculated with PGPRs have a higher yield potential.

CONFLICT OF INTEREST

There is no conflict of interest between the authors

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

Yaşar ERTÜRK; Planning, field studies, evaluation, writing
Ramazan Çakmakçı; Planning, field studies, stational analysis, evaluation,
Meral KUTLU; Field studies

ACKNOWLEDGMENT

This work is financially supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TOVAG; 112 O 313 project).

REFERENCES

- Angelini, R., Manes, F., & Federico, R. (1990). Spatial and functional correlation between diamine-oxidase and peroxidase activities and their dependence upon deetiolation and wounding in chick-pea stems. *Planta*, 182, 89-96.
- Beutler, E. (1984). *Red cell metabolism. Manual of biochemical methods*. Third edition, Grune Stratton, Inc. Orlando, FL 32887, London.
- Bhattacharyya, C., Banerjee, S., Acharya, U., Mitra, A., Mallick, I., Haldar, A., Haldar, S., Ghosh, A., & Ghosh, A. (2020). Evaluation of plant growth promotion properties and induction of antioxidative defense mechanism by tea rhizobacteria of Darjeeling, India. *Scientific Reports* 10,15536.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-251.

- Carlberg, I., & Mannervik, B. (1985). *Glutathione reductase assay*. In *Methods in Enzymol*, FL.173, 484-495. Orlando, Academic Press.
- Chakraborty, U., Chakraborty, B. N., Basnet, M., & Chakraborty, A. P. (2009). Evaluation of *Ochrobactrum anthropi* TRS-2 and its talc based formulation for enhancement of growth of tea plants and management of brown root rot disease. *Journal Applied Microbiology* 107, 625–634.
- Chakraborty, A. P. C., & Chakraborty, U. (2015). *Bacillus megaterium* from tea rhizosphere promotes growth and induces systemic resistance in tea against *Sclerotium rolfsii*. *Indian Phytopathology* 68, 237–247.
- Cernava, T., Chen, X., Krug, L., Li, H., Yang, M., & Berg, G. (2019). Tea leaf microbiome shows specific responses to chemical pesticides and biocontrol applications. *Science Total Environment*, 667, 33–40.
- Çakmakçı, R., Donmez, M. F., Ertürk, Y., Erat, M., Haznedar, A., & Sekban, R. (2010). Diversity and metabolic potential of culturable bacteria from the rhizosphere of Turkish tea grown in acidic soils. *Plant and Soil*, 332, 299-318.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Atasever, A., Ercişli, S., Şentürk, M., Erat, M., Haznedar, A., & Sekban, R. (2011). *The use of plant growth promoting rhizobacteria for organic tea production in Turkey*. Proceedings of Tea-Organic-Low Carbon International Symposium, 89-97, 6-9 June, 2011, Guangyuan/China.
- Çakmakçı, R. (2016). Screening of multi-trait rhizobacteria for Improving the growth, enzyme activities, and nutrient uptake of tea (*Camellia sinensis*). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47(13–14), 1680–1690.
- Çakmakçı, R., Ertürk, Y., Varmazyari, A., Atasever, A., Kotan R., Haliloğlu, K., Erat M., Türkyılmaz K., Sekban R., & Haznedar A. (2017). The effect of bacteria-based formulations on tea (*Camellia sinensis* L.) growth, yield, and enzyme activities. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Horticulture and Landscape Architecture*, 38, 5–18.
- Çakmakçı, R. (2019). The variability of the predominant culturable plant growth promoting rhizobacterial diversity in the acidic tea rhizosphere soils in the Eastern Black Sea Region. *Alinteri Journal of Agricultural Science* 34 (2), 175-181.
- Çalikoğlu, E., & Bayrak, A. (2009). Çay işleme sırasında aroma maddelerindeki değişim. *Gıda*, 34 (2), 115-119.
- Dutta, J., Handique, P. J., & Takur, D. (2015). Assessment of culturable tea rhizobacteria isolated from tea estates of assam, india for growth promotion in commercial tea cultivars. *Frontiers Microbiology*, 6, 1252.
- Ertürk Y., Ercişli S., Sengül M., Eser Z., Haznedar A., & Turan M. (2010). Seasonal variation of total phenolic antioxidant activity and minerals in fresh tea shoots *Camellia sinensis* var *Sinensis*. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 23 (1), 69-74.
- Ertürk, Y., Çakmakçı, R., Dönmez, M. F., Sekban R., & Haznedar A. (2011). *Doğu Karadeniz Bölgesi asidik topraklarından izole edilmiş bazı bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin (PGPR) çay bitkisinin fidan gelişimi aşamasında kullanım olanaklarının araştırılması*. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Şanlıurfa.
- Ertürk Y., Çakmakçı Y., Sekban R., & Haznedar A. (2014). *Biological fertilizer researches for organic tea culture in Turkey (Period: 2007- 2013)*. International Mesopotamia Agriculture Congress, Diyarbakır, Turkey.
- Habig, W. H., Pabst, M. J., & Jakoby, W. B. (1974). Glutathione S-transferase: the first enzymatic step in mercaptric acid formation. *Journal of Biological Chemistry*, 249, 7130-7139.
- Hatanaka, A., Kajivara, T., Tomohiro, S., & Yamashita, H. (1974). Alcohol dehydrogenase from *Thea sinensis* seeds. *Agricultural and Biological Chemistry*, 38(10), 1835-1844.
- Kacar, B. (2010). *Çay Bitkisi Biyokimyası, Gübrelenmesi, İşlenme Teknolojisi*. Nobel Yayın No: 1549.
- Lee, P. M., Lee, K., & Karim, M. I. A. (1991). Biochemical studies of cocoa bean polyphenol oxidase. *Journal of the Science and Food Agriculture*, 55, 251-260.
- Mei, X., Lin, D. H., Xu, Y., Wu, Y. Y., You-Ying Tu, Y. Y. (2009). Effects of phenanthrene on chemical composition and enzyme activity in fresh tea leaves. *Food Food Chemistry*, 115, 569–573.
- Mishra, A. K., Morang, P., Deka, M., Nishanth Kumar, S., & Dileep Kumar, B. S. (2014). Plant growth-promoting rhizobacterial strain-mediated induced systemic resistance in tea (*Camellia sinensis* (L) O. Kuntze) through defense-related enzymes against brown root rot and charcoal stump rot. *Applied Biochemical Biotechnology* 174, 506–521.
- Ramkumar, S., Suresh-kumar, P., Sudhakar, G., Anitha, J., Geetha, S., Mohankumar, P., Kanniappan, V., & Gopalakrishnan, M. (2015). Biochemical and molecular analysis of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze tea from the selected P/11/15 clone. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 14, 69-75.
- Sanderson, G. W. (1966). 5-Dehydroshikimate reductase in the tea plant (*Camellia sinensis* L.) properties and distribution. *Biochemical Journal*, 98, 248-252.
- Saravanakumar, D., Vijayakumar, C., Kumar, N., & Samiyappan, R. (2007). PGPR-induced defense responses in the tea plant against blister blight disease. *Crop Protection*, 26(4), 556-565.

Ertürk et al., Effects of Different Biological Fertilizers Formulated With Multiple Bacteria and Carriers in Pazar 20 Tea Clones on Leaf Enzyme Activity

Smith, M., Hopkinson, D. A., & Harris, H. (1971). Developmental changes and polymorphism in human alcohol dehydrogenase. *Annals of Human Genetics*, 34, 251-271.

Weatherburn, M. W. (1967). Phenol- hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Analytical Chemistry*, 39, 971-974.



Araştırma Makalesi

Çukurova Ekolojik Koşullarına Uygun Bazı Karpuz Çeşitlerinin Kuraklığa Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi**

Hayriye Yıldız Daşgan^{1*} , Musa Kılıncı¹ , Sultan Dere² , Boran İkiz¹ 

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

² Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt

Geliş tarihi (Received): 03.08.2021

Kabul tarihi (Accepted): 09.11.2021

Anahtar kelimeler:

Citrullus lanatus, kuraklık, fizyolojik parametreler, verim, kalite.

*Sorumlu yazar

dasgan@cu.edu.tr

Özet. Bu çalışmada, ülkemizde karpuz üretiminde çok önemli bir bölge olan Çukurova ekolojik koşullarına uygunluğu daha önceki adaptasyon denemeleriyle ortaya konan yeni karpuz çeşit adaylarının kuraklık stresine karşı tepkilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait açık arazi deneme alanında ve Bitki Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür. Bitki materyali olarak Minipool, 50024, Miracle, Splendit çeşit adayları ve Starburst karpuz çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada üç farklı seviyede sulama yapılmıştır; 1) kontrol olarak tam sulanan parseller, 2) kontrolün yarısı kadar (%50 sulama) ve 3) kontrolün ¼'ü kadar (%25) sulanan parsellerdir. Çalışma sonunda çeşit adaylarının kuraklık stresi altında bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesinde ortaya çıkan değişiklikler agronomik, fizyolojik ve pomolojik olarak incelenmiştir. Karpuz üretiminde Çukurova bölgesi ekolojik koşullarında %75 su kısıtlamasına kadar olan stres koşullarında başarılı bulunan çeşitler Splendit ve Miracle olmuştur. Özel durumlarda suyun %50 kısıtı aşmaması halinde Starburst ve 50024 numaralı çeşitler de tercih edilebilir bulunmuştur

Determination of Drought Tolerance Levels of Watermelons Suitable to Cukurova Region Ecological Conditions

Keywords:

Citrullus lanatus, drought, physiological parameters, yield, quality.

Abstract. In this study, it is aimed to reveal the reactions of new watermelon cultivars against drought stress in the Cukurova region which is a very important region for watermelon production in Turkey. The experiment was carried out in the open field trial area and plant physiology laboratory of Cukurova University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. Minipool, 50024, Miracle, Splendit and Starburst cultivars were used as plant material. In the study, plants were irrigated by three different levels of irrigation; 1) control plants with 100% irrigation it was full watering 2) 50% irrigatin of control and, 3) 25% irrigation of control. Plant growth, yield and fruit quality properties under drought stress were agronomically, physiologically and pomologically investigated. In Çukurova region ecological conditions, Splendit and Miracle varieties were successful in watermelon production under stress conditions up to 75% water restriction. In special cases, if the irrigation water was not to be exceed the 50% limit, Starburst and 50024 varieties were found to be also preferable.

GİRİŞ

Kuraklık, genel anlamda meteorolojik bir olgu olup toprağın su içeriği ile bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönemdir. Yağışsız dönemin kuraklık oluşturması; toprağın su tutma kapasitesi ve bitkilerin evapo-transpirasyon hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Jones ve Corlett, 1992; Kozłowski ve Pallardy, 1997).

Ülkemizin çeşitli bölgelerinin küresel ısınma ve iklim değişikliği etkileri altında; iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik boyutlarda etkileneceği öngörülmektedir. Çölleşme tehdidi altında bulunan Güney Doğu ve İç Anadolu'nun kurak ve yarı kurak bölgeleriyle, yeterli suya sahip olmayan yarı nemli Ege ve Akdeniz bölgelerinin daha fazla etkileneceği öngörülmektedir.

Türkiye'nin pek çok bölgesinde hâkim olan su kıtlığı, tarım ve enerji üretimi için önemli olduğu kadar, içme suyu, hidrolojik sistemler ve su kaynakları yönetimi açısından da oldukça büyük önem taşımaktadır (Kaplunan, 2013).

Besleyici özellikleri ve insan sağlığına olan koruyucu özellikleri açısından önemli bir rol oynamakta olan sebzeler, insan metabolizmasının gerek duyduğu vitamin ve mineral ihtiyacını karşılamaktadır. Yaz mevsiminde insanların su ihtiyacını gidermesi ve içerdiği vitaminler, mineraller ve likopen yönünden zenginliği yönüyle karpuz önemli bir sebzedir. Dünyada en çok üretilen ve tüketilen sebze türlerinden biri olan karpuz (*Citrullus lanatus*), tek yıllık bir kültür bitkisidir. FAO'nun 2018 yılı raporlarına göre dünyada ortalama 3.241.239 ha alanda 103.931.337 ton karpuz üretilmektedir (Anonim, 2021a). Dünya karpuz üretiminde ülkemiz 95.328 ha alanda 4.031.174 milyon ton üretim değeri ile Çin ve İran'dan sonra 3. sıradadır. Türkiye'de 2020 yılı verilerine göre 3.491,554 ton karpuz üretimi gerçekleşmiş ve bu üretimin yaklaşık 70 bin tonu ihraç edilmiştir (Anonim, 2021b).

Küresel ısınmanın etkilerini fazlasıyla gördüğümüz günümüzde, kuraklık ve abiyotik streslere dayanıklı bitki tür ve çeşitlerinin, ilerleyen zamanlarda insanların gıda ve diğer yaşamsal ihtiyaçlarını karşılamada önemli olacağı öngörülmektedir. Bu türlerden biri olan karpuz bitkisi de, sulu koşullarda yüksek verim elde edilen bir tür olmasının yanı sıra, kurak koşullarda da uyum sağlayabilen ve bünyesindeki su ile kendini tolere edebilen bir bitki türüdür (Yokota ve ark., 2002).

Dünya nüfusunun %40'ından fazlasının 2050 yılında su stresi görülen havzalarda yaşaması beklenen bir durumdur (Öktem ve Aksoy, 2014). İklim değişikliğinin tarımsal üretimi etkilemeye başladığı günümüzde, kuraklık stresine toleranslı çeşitlerin ortaya çıkarılarak üreticilere önerilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada, Çukurova ekolojik koşulları için adaptasyon çalışmaları özel bir tohum firması tarafından yapılan ve yöre halkının tüketim alışkanlıklarına uygun yeni geliştirilen güncel dört karpuz çeşidinin kuraklık stresine tepkileri, tolerans düzeyleri agronomik, fizyolojik ve pomolojik olarak incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait açık arazi deneme alanında, ölçüm ve değerlendirmeleri ise Bitki Fizyoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Bitkisel materyal olarak, Hazera tohum firmasının Çukurova ekolojik koşulları için adaptasyon çalışmalarını yaptığı ve yöre halkının tüketim alışkanlıklarına uygun dört adet yeni F₁ hibrit çeşit aday ve bir adet kontrol çeşidi kullanılmıştır. Kontrol çeşidi olarak, Çukurova'da üreticiler tarafından tercih edilen çeşitlerden birisi olan Seminis firmasının Starburst F₁ çeşidi seçilmiştir. Çalışmada kullanılan karpuz çeşit adaylarının kodlamaları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan karpuz kod numarası ve isim bilgileri.

Table 1. Watermelon code number and commercial cultivar name information used in the experiment.

Sıra no	Kod no	Ticari adı
1	HWX1001	52024
2	HWX1002	Minipool
3	HWX1003	Miracle
4	HWX1004	Splendit
5	HWX1005	Starburst

Deneme alanından dikimden önce toprak örneği alınarak bitki besin maddeleri ve tekstür bakımından analiz edilmiş olup, analiz sonuçları bitki besleme ve sulama konularında ışık tutmuştur (Çizelge 2). Çalışma açıkta karpuz yetiştiriciliği şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2. Deneme alanından alınan toprak örneği analiz sonuçları.

Table 2. Soil sample analysis results from the experimental area.

Analiz Adı	Birimi	Metod	Sonuç
pH	-	Saturasyon çamuru	7.70
EC	ds m ⁻¹	Saturasyon çamuru	0.21
CaCO ₃ (Kireç)	%	Kalsimetre	20.33
Organik Madde	%	W.Black	1.23
Fosfor (P ₂ O ₅)	kg da ⁻¹	Askorbik asit	13.83
Potasyum (K ₂ O)	kg da ⁻¹	A.Asetat-ICP	72.52
Kalsiyum (Ca)	mg kg ⁻¹	A.Asetat-ICP	8132
Tuz	%	Saturasyon çamuru	0.01
Bünye	%	Saturasyon çamuru	Killi Tınlı
Çinko (Zn)	mg kg ⁻¹	DTPA (ICP)	0.603
Demir (Fe)	mg kg ⁻¹	DTPA (ICP)	5.121
Mangan (Mn)	mg kg ⁻¹	DTPA (ICP)	2.124
Bakır (Cu)	mg kg ⁻¹	DTPA (ICP)	0.254
Su ile Doygunluk	%		59.40

Deneme üç uygulama şeklinde kurulmuştur. Bunlardan birisi kontrol olarak düşünülen ve tam sulanan parseller, ikincisi kontrolün yarısı kadar %50 sulanan (%50 su stresi) parseller ve üçüncüsü ise kontrolün ¼'ü kadar %25 sulanan (%75 su stresi) parsellerden oluşmuştur. Deneme bölünmüş parseller deneme deseninde 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde düzenlenmiştir. Fideler, hazır fide üreten bir fide firmasında üretilmiş ve araziye 13 Nisan 2019 tarihinde dikilmiştir. Karpuz fidelerinde dikim mesafeleri sıra arası 200 cm ve sıra üzeri 50 cm olarak düzenlenmiştir. Araziye dikilen karpuz fideleri tüm uygulamalarda 30 gün boyunca optimum düzeyde sulanmıştır. Daha sonraki sulamalar deneme planı dâhilinde tam sulama (kontrol), kontrolün yarısı ve ¼'ü kadar kısıtlı sulama şeklinde devam etmiştir. Günlük olarak buharlaşma kazanından (Class Apan) okunan buharlaşma değerlerine göre tam sulama yapılan kontrol bitkilerine verilen sulama suyu miktarı aşağıdaki formül yardımıyla belirlenmiştir (Akhoundnejad ve Daşgan, 2019; Dere, 2019). Kuraklık uygulamaları, bunun yarısı ve ¼'ü kadar su ile yapılmıştır.

$$IR = A * E_{pan} * kcp * P \quad (1)$$

IR: Uygulanan su miktarı (m³)

A: Parsel büyüklüğü (da)

E_{pan}: Buharlaşma miktarı (mm)

kcp: Bitkinin (karpuz) katsayısı (0.80)

P-örtü: Bitki örtüsü (%)

P-örtü: Bitki taç genişliği (cm) / Sıra aralığı (cm)

Formülden yapılan hesaplamalara göre çalışma boyunca haftada 2 sulama toplamda 23 sulama yapılmıştır. Denemede farklı uygulamalara göre kullanılan su miktarları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 3. Farklı uygulamalarda bitki başına kullanılan su miktarları (L bitki⁻¹).Table 3. The amount of water used in different treatments (L plant⁻¹).

Uygulama	Streslen önce (13 Nisan- 13 Mayıs)	Stres sırasında (14 Mayıs- 11 Temmuz)	Yağmur miktarı	Toplam su miktarı
%100 Kontrol	47	163	80	290
%50 Sulama	47	82	80	209
%25 Sulama	47	41	80	168

Çalışmada farklı sulama düzeyleri veya su stresi seviyelerinde karpuz çeşitlerinin kuraklık stresine karşı gösterdikleri tepkileri ortaya koymak için aşağıdaki fizyolojik ölçümler ve bazı bitki büyüme ölçümleri yapılmıştır. Meyve hasatları kaydedilerek toplam verim hesaplanmıştır. Karpuz çeşitlerinde bitkide büyüme ve meyvelerde bazı kalite özelliklerinin kuraklık stresinden etkilenme düzeyleri çeşit bazında ortaya konmuştur.

Bitkide Büyüme Parametreleri Üzerine Kuraklık Etkisi

Hasat yapılmadan önce her tekerrürden 10 bitkide, bitki ana gövde uzunluğu (cm bitki⁻¹), ana gövdedeki boğum sayısı (adet/bitki), ana gövde taze ağırlığı (g bitki⁻¹) ve toprak seviyesinde ana gövde çapı (mm) ölçülmüştür.

Ana Gövdede Yaprak Alanının Ölçülmesi (cm² bitki⁻¹)

Hasat yapılmadan önce her tekerrürden 10 bitkide ana gövdesi üzerindeki bütün yapraklar toplanarak laboratuvarında Licor marka ve LI-3100 C model yaprak alan ölçer cihaz ile bitki başına cm² olarak ölçülmüştür (Dere, 2019).

Karpuz Çeşitlerinin Farklı Su Stresi Seviyelerinde Fizyolojik Parametrelerinin Ölçülmesi

Hasattan önce 10 Temmuz 2019 tarihinde aşağıda anlatılan bir seri fizyolojik ölçümler her tekerrürden 5 bitkide yapılmıştır.

Skala ile Genotiplerin Görsel Olarak Değerlendirilmesi

Kuraklık stresleri ile yetiştirilen farklı karpuz genotiplerinin, stresten kaynaklanan zararlanmalarının gözle görülen belirtilerini ifade edebilmek amacıyla, 0-5 skala değerlendirmesi yapılmıştır. Skala değerlendirilmesi, bitkilerde su stresi altında ortaya çıkan zararlanmanın derecesini bitkilerin görünüşlerine bakarak ortaya koyabilmek amacıyla yapılmıştır. Bitkilerin zararlanma derecesine göre 0-5 arasında puan verilmiştir (Daşgan ve Akhoundnejad, 2014).

- 0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)
- 1: Stresten hafif etkilenme (%5'den fazla değil),
- 2: Alt yapraklarda solgunluk başlangıcı olabilir ve etkilenme %6-20 arası olabilir,
- 3: Yapraklarda kıvrılma, kapanma, solgunluk ve sararmalar, %21-50 arası stresten etkilenme olabilir,
- 4: Yaprakların %51-80 düzeylerinde şiddetli solgunluk, sararma, yapraklarda nekroz ve kurumalar,
- 5: Bitkide %80'in üzerinde geriye dönüşümsüz solma, yapraklarda kurumalar veya ölüm olabilir.

Yaprak Sıcaklığının Ölçülmesi (°C)

Yaprak sıcaklıkları bir infrared termometre yardımı ile bitkilerde ana kol üzerinde uçtan itibaren gelişmesini tamamlamış 3. veya 4. yapraklardan saat 10.00 – 11.00 arasında °C cinsinden ölçülerek kaydedilmiştir (Dere, 2019). İngilizce "Boundary layer" olarak isimlendirilen alan, her bir yaprağı çevreleyen ince bir hava tabakasıdır. Bu tabaka, yaprak ve onu çevreleyen hava arasında gazların ve enerjinin değişim yapıldığı yerdir. Kuraklık stresi genellikle sıcak iklimlerde gerçekleştiği için bitkiler hem su ve hem de sıcak stresi altında adaptasyon yeteneği geliştirmek üzere, transpirasyonu artırarak, yaprak ve "boundary layer" tabakasında sıcaklık düşürmeye çalışırlar bu durum bitkiyi rahatlatmaktadır (Carroll ve ark., 2017).

Yaprakta Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (%)

Bitki yapraklarında stres durumunda, hücrelerden dışarıya verilen elektroitlerin EC metre ile ölçülmesiyle, membran zararlanma indeksi (MI) hesaplanmıştır (Dlugockecka ve Kacperska-Palacz, 1978; Fan ve Blake, 1994). Bu amaçla, 1 cm çapındaki yaprak diskleri de-iyonize su içerisinde 4 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüş, aynı diskler 100°C'de 10 dakika bekletildikten sonra, çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Aşağıdaki formül kullanılarak kontrole göre % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Membran Zararlanma İndeksi} = \frac{Lt - Lc}{1 - Lc} \times 100 \quad (2)$$

Lt: Kuraklık stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC

Lc: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC

Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi (%)

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) yüzde (%) olarak Sánchez ve ark. (2004) ve Türkan ve ark. (2005)'e göre belirlenmiştir. Karpuz bitkilerinde stres sonunda yaprak örneği alınmış ve oransal su içeriklerinin belirlenebilmesi için, öncelikle taze ağırlıkları alınmış, alınan yaprak 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiştir. Saf su içerisinde bekletilen yaprak örnekleri alınıp, kurutulduktan sonra turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları alınan yaprak

örnekleri 65 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra, kuru ağırlık g olarak alınmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar, aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$\frac{TA - KA}{TuA - KA} \times 100 \quad (3)$$

TA: taze ağırlık KA: kuru ağırlık TuA: turgor ağırlığı.

Yaprak Su Potansiyelinin Belirlenmesi (MPa)

Soilmoisture marka taşınabilir bir basınç çemberi cihazı araziye götürülerek, ana sürgün ucundan itibaren 3-4. yapraklarda bar cinsinden su potansiyeli belirlenmiş ve sonra MPa birimine çevrilmiştir (Akhoundnejad ve Daşgan, 2019; Dere, 2019).

Yaprak Osmotik Potansiyelinin Belirlenmesi (MPa)

Sürgün ucundan 3-4. yapraklardan 1 g örnek alınıp 19 g saf su ile porselen havanda homojenize edilmiştir. Homojenize edilmiş örnek, mikro filtreden geçirilmiş ve Gonatec marka ozmometre cihazında 50 µl kullanılarak donma noktası esasına göre okuma yapılmıştır. Okumalar Osmol kg⁻¹ olarak cihazdan okunup kaydedildikten sonra, bu değerler MPa birimine dönüştürülmüştür (Silva ve ark., 2010; Dere, 2019).

Toplam Karpuz Veriminin Belirlenmesi (kg da⁻¹)

Hasat olgunluğuna ulaşan karpuz meyveleri 11 Temmuz 2019 tarihinde hasat edilmiştir. Elde edilen toplam meyve miktarları parsel alanına oranlanarak dekara verim kg olarak hesaplanmıştır.

Karpuz Meyvelerinde Kalite Analizleri

Her tekerrürden 5 meyvede ortalama meyve ağırlığı (g/meyve), ortalama meyve yüksekliği (cm), ortalama meyve çapı (cm), meyvenin ekvatorial bölgesinden ortalama meyve kabuk kalınlığı (mm) gibi bazı meyve fiziksel özellikleri ölçülmüştür. Ayrıca her parselden 3 meyvede meyve başına sayı olarak tohum miktarı (adet meyve⁻¹) ve meyve başına ağırlık olarak tohum miktarı (g meyve⁻¹) belirlenmiştir.

Meyvede Toplam Kuru Madde Miktarı Belirlenmesi (%)

Karpuz meyveleri kesilerek bir dilim ayrılmış ve meyve eti kabuktan ayrılarak taze ağırlığı kaydedildikten sonra alüminyum folyo kaplarda 70°C etüvde sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. 100 g karpuz meyvesinde, suyu uçurulduktan sonra kalan kısım tartılmış ve ilk ağırlığa oranlanarak kuru madde miktarı (%) hesaplanmıştır (Dere, 2019).

Meyvede Renk Ölçümleri L, a, b Değerleri

Karpuz meyve etinde renk analizleri Hunter marka renk ölçer cihazıyla yapılmıştır. Meyvelerin yüzey rengi L, a, b Hunter cihazı değerleri ile ifade edilmiştir. Renk ölçer cihazı her ölçüm öncesinde beyaz renkteki (L=96.96, a=0.08 ve b=1.83) seramik tablaya göre kalibre edilmiştir. L (parlaklık), a (yeşillik-kırmızılık) ve b (mavilik-sarılık) durumunu göstermektedir (Gould, 1977). Bu çalışmada karpuz a değerleri pozitif okumalardan oluşmaktadır ve beklendiği gibi kırmızıyı belirtmektedir. Karpuz meyve eti rengi Hunter cihazı b değeri okuması sarı/mavi koordinatıdır ve +b sarıyı, -b ise maviyi belirtmektedir. Bu çalışmada karpuz b değerleri pozitif okumalardan oluşmaktadır ve sarı renge işaret etmektedir. L değerleri ise meyve etinde parlaklığı ifade etmektedir.

Meyve Suyunda pH ve EC Ölçülmesi

Meyvenin pH değeri ve içerdiği toplam mineral madde miktarı hakkında bilgiler veren EC (µS cm⁻¹) değeri için 100 ml meyve suyu içerisine pH metre ve EC metre cihazı elektrotları daldırılarak okunmuştur (Kıran ve ark., 2018).

Meyvede SÇKM Belirlenmesi

Karpuz meyve suyunda, SÇKM içerikleri dijital refraktometre kullanılarak belirlenmiştir (Karipçin, 2009; Kıran ve ark., 2018; Dere, 2019).

Meteorolojik Veriler

Deneme alanını temsil eden sıcaklık, nem, ışıklandırma ve yağış miktarlarını gösteren meteorolojik veriler Adana Sarıçam Bölge Meteoroloji Müdürlüğü'nden istenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Deneme alanına ait 2019 yılına ait bazı meteoroloji verileri aylık ortalama değerleri.

Table 4. Monthly average meteorological data of the trial area in 2019.

Meteoroloji verileri	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
Aylık minimum sıcaklık (°C)	12.08	18.25	22.47	24.64
Aylık ortalama sıcaklık (°C)	17.00	24.12	27.07	28.65
Aylık maksimum sıcaklık (°C)	23.06	31.13	32.84	34.01
Aylık 10 cm toprak sıcaklığı (°C)	19.04	27.82	31.86	34.58
Aylık 20 cm toprak sıcaklığı (°C)	18.72	27.10	31.27	33.80
Aylık 50 cm toprak sıcaklığı (°C)	17.96	24.60	29.33	31.64
Aylık 100 cm toprak sıcaklığı (°C)	17.67	21.81	26.52	28.43
Aylık nisbi hava nemi (%)	67.00	57.64	68.70	65.40
Aylık yağış miktarı (kg m ⁻² veya mm)	1.980	0.084	0.460	0.0
Aylık güneşlenme süresi (saat)	7.40	10.01	9.94	11.07

Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme sonunda elde edilen veriler JMP paket programında istatistiksel analizleri yapılmış ve ortalamaları LSD testine göre karşılaştırılmıştır (JMP, 2007). Çalışmada % 100 kontrole göre % 50 ve % 25 sulamalar ile oluşturulan farklı su stresi ile yetiştirilen karpuz genotiplerinde kaydedilen agronomik, fizyolojik ve pomolojik parametreler, stres olmayan kontrol bitkilerine göre değişimleri yüzde olarak hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Beş adet karpuz çeşidinin %50 sulama ve %25 sulama koşullarında yetiştirilmesi ile tam sulama kontrol uygulamasına göre bitki büyümesi, bitkide bazı fizyolojik tepkiler, toplam karpuz verimi ve meyvede bazı kalite parametreleri bakımından elde edilen veriler bu bölümde sunulmaktadır.

Karpuz bitkileri %50 ve %25 sulama ile yetiştirildiğinde beş çeşidin ortalaması olarak, ana gövde uzunluğunda sırasıyla %21.86 ve %25.80 oranında kısalma kaydedilmiştir. 52024 numaralı çeşit %32.73-40.29 arasında ve Splendit çeşidi %30.89-44.04 arasında ana kolda kısalma gösterirken, en az kısalma Miracle çeşidinde %50 sulama uygulamasında %4.50 olarak kaydedilmiştir. Miracle çeşidinde %25 sulamada ise %6 ana kol uzaması belirlenmiştir. Ana gövde uzunluğu bakımından su stresinden en az etkilenme Miracle çeşidinde gözlenmiştir (Çizelge 5). Karipçin (2009) Şanlıurfa ekolojik koşullarında otuz iki farklı karpuz genotipini arazi koşullarında sıfır sulama, %50 sulama ve %100 tam sulama (kontrol) koşullarında yetiştirmiş ve genotiplerin kuraklık stresi tepkilerini incelemiştir. Karpuz bitkisi ana gövde boyu sıfır sulamada kontrole göre ortalama ilk yıl %29 ikinci yıl %53 azalma gösterirken, %50 sulama yapılan parsellerde ana gövde boyu kontrole göre ilk yıl %7 ikinci yıl ise %33 azalma göstermiştir. Karipçin (2009)'in iki yıllık verilerinde yıllar arası ana boy uzunluğundaki değişimin varlığı, değişimlerin sadece sulamaya bağlı olmadığını göstermektedir. Genotip ve diğer ekolojik faktörlerin de karpuz bitkisinde ana boy uzunluğu üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 5. Su stresi seviyelerinin karpuz bitkisi ana kol uzunluğu ve ana gövdedeki boğum sayısı üzerine etkisi.

Table 5. The effects of water stress levels on watermelon main stem length and number of nodes on the main stem.

Çeşit	Ana gövde uzunluğu (m)					Ana gövde üzerindeki boğum sayısı (adet bitki ⁻¹)				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrol göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrol göre %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrol göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrol göre %25 sulamada değişim (%)
52024	2.78 a	1.66 b	1.87	-40.29	-32.73	35.3 b	25.1 bc	26.9 b	-28.93	-23.95
Minipool	2.27 bc	1.74 b	1.64	-23.35	-27.75	28.8 c	22.7 c	23.6 b	-21.23	-18.14
Miracle	2.00 c	1.91 b	2.12	-4.50	6.00	32.1 bc	31.0 ab	30.7 a	-3.46	-4.48
Splendit	3.27 bc	2.26 a	1.83	-30.89	-44.04	44.0 a	32.7 a	22.8 b	-25.75	-48.23
Starburst	2.43 b	2.18 a	1.69	-10.29	-30.45	32.0 bc	29.4 ab	25.3 b	-8.00	-20.84
Ortalama	2.55	1.95	1.83	-21.86	-25.80	34.4	28.2	25.8	-17.47	-23.13
LSD _{0.05}	0.31	0.26	Ö.D.*	-	-	4.11	6.33	3.04	-	-
P	0.0016	0.0025	0.1771	-	-	0.0003	0.0317	0.0157	-	-

*Ö.D.: önemli değil.

Su stresi ile yetişen karpuz bitkilerinde ana gövde üzerindeki boğum sayısı %50 ve %25 sulamada kontrole göre sırasıyla %17.47 ve %23.13 oranında azalma göstermiştir. En fazla boğum azalması %25.75-48.23 arasında Splendit çeşidinde görülmüştür. Miracle çeşidinde boğum sayısı kontrole göre %3.46-4.48 arasında azalma göstererek su stresinden boğum sayısı en az etkilenen çeşit olmuştur (Çizelge 5). Karipçin (2009)'nin otuz iki farklı karpuz genotipi ile arazi koşullarında yürüttüğü çalışmada, karpuz bitkisi ana gövde üzerindeki boğum sayısı sıfır sulamada kontrole göre ortalama ilk yıl %1.21 ikinci yıl %52 azalma gösterirken, %50 sulama yapılan parsellerde boğum sayısı kontrole göre ilk yıl %9.3 ikinci yıl ise %33.8 azalma göstermiştir.

Karpuz bitkisi ana gövde çapı %50 ve %25 sulama uygulamalarında beş çeşit ortalaması olarak sırasıyla %9.18 ile %11.89 oranında azalma göstermiştir. Dört çeşitte gövde çapı strete azalırken, sadece Starburst çeşidi her iki su stresi uygulamasında da kontrole göre yaklaşık %2.99 gövde kalınlığında artış göstermiştir (Çizelge 5).

Karipçin (2009), karpuz genotiplerinde bitki ana gövde çapının sıfır sulamada kontrole göre ilk yıl ortalama %47 ikinci yıl %58 azalma gösterdiğini, %50 sulama yapılan parsellerde ise ana gövde çapının kontrole göre ilk yıl ortalama %27 ikinci yıl ise %43 azaldığını bildirmiştir.

Karpuz bitkilerinin farklı su stresi seviyelerinde görsel olarak zararlanma durumlarını gösteren 0-5 skalası değerlendirmesine göre, beş çeşidin ortalaması olarak %50 ve %25 sulama uygulamalarında skala değerleri sırasıyla 3.48 ve 3.55 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 6). Skala sınıfları 0'dan 5' doğru ilerledikçe zarar artmaktadır. Kontrol uygulamalarına göre en fazla görsel zararlanmanın Minipool çeşidinde olduğu, bunu 52024 numaralı çeşidin izlediği görülmektedir. Görsel olarak en az yeşil aksam zararlanması %50 sulama stresinde Splendit çeşidinde görülürken bunu Minipool izlemiştir. 52024 çeşidinde Starburst ve Miracle çeşitlerinden biraz daha fazla yeşil aksam zararlanması göstermiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Su stresi seviyelerinin karpuz bitkisinde ana gövde çapı ve görsel olarak kurak zararlanması 0-5 skala puanlanması (0 en iyi 5 en kötü) ve üzerine etkisi.

Table 6. The effects of water stress on main stem diameter and visual drought damage 0-5 scale scoring (0 best 5 worst) in watermelon plant.

Çeşit	Ana gövde çapı (mm)					Görsel olarak 0-5 skala puanlanması**				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrol göze %50 sulamada değişim (%)	Kontrol göze %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrol göze %50 sulamada değişim (%)	Kontrol göze %25 sulamada değişim (%)
52024	40.20	38.87	35.56	-3.31	-11.54	1.67	3.89 a	3.91	133	134
Minipool	38.81	32.88	31.59	-15.28	-18.60	1.07	3.44 b	3.73	221	249
Miracle	44.76	38.25	37.81	-14.54	-15.53	1.65	3.55 a	3.56	115	116
Splendit	44.87	37.81	37.45	-15.73	-16.54	1.42	3.08 bc	3.04	117	114
Starburst	40.16	41.36	41.26	2.99	2.74	1.56	3.46 a	3.49	122	124
Ortalama	41.76	37.83	36.73	-9.18	-11.89	1.47	3.48	3.55	142	147
LSD _{0.05}	Ö.D.*	Ö.D.*	Ö.D.*	-	-	Ö.D.*	0.38	Ö.D.*	-	-
P	0.1634	0.2322	0.1463	-	-	0.158	0.0020	0.555	-	-

*Ö.D.: önemli değil. **: (0 en iyi 5 en kötü).

Su stresi seviyelerinin ana gövde taze ağırlığı üzerine etkisi beş çeşit ortalaması olarak %50 ve %25 sulamalarda sırasıyla %4.44 ve %36.60 düzeylerinde azalma olarak kaydedilmiştir (Çizelge 7). Bitkiler su stresinin daha fazla olduğu %25 sulamada daha fazla ağırlık kaybı göstermiştir. Ancak, Miracle ve Splendit çeşitleri diğer çeşitlere göre biraz daha farklı davranmıştır. Miracle çeşidinde azalma olmamış aksine %50 ve %25 sulamalarda sırasıyla %33.33 ve %6.67 ağırlık artışı olmuştur. Splendit çeşidinde ise %50 sulamada ana kol ağırlığı %40 artmış ve %25 sulamada ise %13.75 azalmıştır (Çizelge 7). Mo ve ark. (2016a), 16 farklı karpuz genotipi ile saksıda kuraklık çalışması yapmıştır. Karpuz genotipleri kurak stresi tepkisi bakımından büyük farklılık sergilemiştir. Genotip bazında kuraklık stresinden etkilenme düzeyleri ve stres zararı farklı olmuştur. Kuraklık stresi, çoğu genotip için kök/yeşil aksam oranını artırırken, bitki boyu, yeşil aksam ve kök taze ve kuru ağırlığı azalmıştır. Bazı genotiplerde kök uzunluğu kütle artmıştır. Kuraklık stresine genotiplerin cevabı farklı olabilmekle birlikte taze ağırlıklardaki değişimin hava oransal nemi, rüzgar yönü ve şiddeti gibi ekolojik faktörlerle birlikte değerlendirilmesi gerekir.

Karpuz bitkilerinde ana gövde üzerindeki toplam yaprak alanı %50 ve %25 sulama uygulamalarında beş çeşit ortalaması olarak kontrole göre sırasıyla %11.24 ve %35.14 oranında azalma göstermiştir (Çizelge 7). Beklendiği gibi bitkilerin %25 sulamada daha fazla yaprak alanı kaybı olmuştur. Ancak, Miracle ve Splendit çeşitlerinde diğerlerine göre farklı olarak; Miracle'da % 50 ve % 25 sulamada yaprak alanı sırasıyla % 13.46 ve % 10.02 artmıştır.

Splendit çeşidinde %50 sulamada yaprak alanı %18.86 artmış ve %25 sulamada ise sadece % 2.96 azalma kaydedilmiştir. Ana gövde üzerindeki yaprak alanı azalması en çok Minipool çeşidinde yaklaşık %43.14-61.98 arasında gerçekleşmiştir (Çizelge 7). Mo ve ark. (2016b), kurak stresine dayanıklı yabani karpuz ve duyarlı kültür karpuzu ile yaptıkları kurak stresi denemesinde, karpuz bitkilerinin kurak stresinde kök/yeşil aksam oranını artırdıklarını, fotosentez ürünlerini daha çok köke gönderdiklerini ve kökü büyütmeye çalışarak su kaybına neden olacak yeşil aksam ve özellikle yaprak alanını azaltma eğilimine girdiklerini bildirmiştir. Karipçin (2009)'nin yürüttüğü çalışmada, karpuz bitkilerinde yaprak alanı sıfır sulamada kontrole göre ortalama ilk yıl %75 ikinci yıl %79 azalma gösterirken, %50 sulama yapılan parsellerde bitki yaprak alanı kontrole göre ilk yıl %45 ikinci yıl ise %48 azalma göstermiştir.

Çizelge 7. Su stresi seviyelerinin karpuz bitkisinin ana gövde taze ağırlığı (g bitki⁻¹) ve ana gövde üzerindeki toplam yaprak alanı üzerine etkisi (cm² bitki⁻¹).

Table 7. The effects of water stress levels on the main stem fresh weight (g plant⁻¹) and total leaf area (cm² plant⁻¹) of watermelon plant.

Çeşit	Ana gövde taze ağırlığı (g bitki ⁻¹)					Ana gövde üzerindeki toplam yaprak alanı (cm ² bitki ⁻¹)				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)
52024	133	115	67	-13.53	-49.62	2796	2408	1398	-13.88	-50.00
Minipool	114	65	44	-42.98	-61.40	2404	1367	914	-43.14	-61.98
Miracle	90	120	96	33.33	6.67	1827	2073	2010	13.46	10.02
Splendit	80	112	69	40.00	-13.75	1654	1966	1605	18.86	-2.96
Starburst	124	105	67	-15.32	-45.97	2613	2210	1398	-15.42	-46.50
Ortalama	108	103	69	-4.44	-36.60	2259	2005	1465	-11.24	-35.14
LSD _{0.05}	18.935	30.278	15.815	-	-	412.09	505.96	331.365	-	-
P	<0.0001	0.0083	<0.0001	-	-	<0.0001	0.0047	<0.0001	-	-

Denemede, karpuz yapraklarında sıcaklık kontrole göre %50 ve %25 sulanan bitkilerde sırasıyla %5.37 ve %14.72 arasında düşürülmüştür. Bitkiler %25 sulamada daha fazla yaprak sıcaklığı düşürmüştür; buna göre en fazla yaprak sıcaklığı düşüren karpuz çeşidi, %23.83 ile Splendit ve sonra % 18.15 ile Miracle çeşitleri olduğu görülmektedir. Kontrolle kıyasla %25 sulama uygulamasında yaprak sıcaklığını en az düşüren çeşidin Minipool olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8). Karipçin (2009) karpuz genotiplerinde yaprak sıcaklığının iki yıl tekrar edilen denemelerde ortalama olarak, sıfır sulamada 33-41 °C arasında, %50 sulamada 30-36 °C arasında ve %100 sulama kontrol uygulamasında ise 27-31 °C arasında değiştiğini bildirmiştir. Kurak stresi genellikle sıcak iklimlerde gerçekleştiği için yaprak sıcaklığının düşürülmesi bitkileri serinleten ve rahatlatan bir fizyolojik tepkidir, toleran genotiplerde aranan bir özelliktir (Akhoundnejad and Daşgan, 2019).

Kuraklık stresi altındaki karpuz bitkilerinin yaprak hücrelerindeki membran zararlanması %50 ve %25 sulama uygulamalarında beş çeşidin ortalaması olarak sırasıyla kontrole göre %34.31 ve %33.18 oranlarında artmıştır. Çeşitler bazında incelendiğinde Miracle ve Splendit çeşitleri %25 sulamada sırasıyla kontrole göre %9.39 ve %7.14 gibi düşük düzeylerde membran zararlanması ile dikkat çektiği görülmektedir. Aynı koşullarda 52024, Minipool ve Starburst çeşitlerinin %25 sulama uygulamasında membran zararlanma oranları kontrole göre sırasıyla % 44.29, % 50.95 ve % 54.11 gibi yüksek seviyelerde gerçekleşmiştir (Çizelge 8).

Karpuz yapraklarında oransal su içeriği %50 ve %25 sulama uygulamalarında beş çeşidin ortalaması olarak sırasıyla %2.92 ve %8.74 azalmıştır. Su stresi arttıkça yaprakta oransal su azalmıştır. Çeşitler %0.95 ile %25.39 arasında su kaybederken, en fazla su kaybı Minipool ve 52024 çeşitlerinde gözlenmiştir. İlginç olarak, Splendit ve Miracle çeşitlerinde diğer üç çeşitten farklı olarak kontrole göre yaprak oransal su içeriğinde bir miktar artışlar göstermiştir. Splendit çeşidinde %1.19-1.89 oranında az bir artış varken, Miracle çeşidinde ise %5.52-9.48 oranında yaprak oransal su içeriği artmıştır (Çizelge 9). Mo ve ark. (2016a), 16 farklı karpuz genotipi ile yaptıkları çalışmada, kurak stresi altında karşılaştırılan genotiplerde yaprak oransal su içeriği genel bir düşme göstermiş ve klorofil, prolin ve antioksidan enzim aktiviteleri artış göstermiştir. Karipçin (2009), karpuz genotiplerinde yaprak oransal su içeriğini iki yıl tekrar edilen denemelerde genotip ortalaması olarak, sıfır sulamada %47-63 arasında, %50 sulamada %67-71 arasında ve %100 sulama kontrol uygulamasında ise %79-82 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 8. Su stresi seviyelerinin karpuz bitkisinin yaprak sıcaklığı (°C) ve yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) üzerine etkisi.

Table 8. The effects of water stress on leaf temperature (°C) and membrane damage (%) in leaf cells of watermelon plant.

Çeşit	Yaprak sıcaklığı (°C)					Yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%)				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)
52024	35.98 ab	31.02	31.78 a	-13.79	-11.67	15.6 d	20.7 c	22.5 c	32.67	44.29
Minipool	37.06 a	34.31	33.68 a	-7.42	-9.12	17.9 bc	21.5 c	27.0 ab	20.19	50.95
Miracle	34.27 b	33.09	28.05 b	-3.44	-18.15	20.3 a	24.3 b	22.3 cd	19.47	9.39
Splendit	35.63 ab	31.90	27.14 b	-10.47	-23.83	19.3 ab	26.1 a	20.7 d	34.97	7.14
Starburst	31.01 c	33.57	27.65 b	8.26	-10.84	16.3 cd	26.8 a	25.1 b	64.23	54.11
Ortalama	34.79	32.78	29.66	-5.37	-14.72	17.9	23.9	23.5	34.31	33.18
LSD _{0.05}	1.82	Ö.D.*	2.684	-	-	1.904	1.283	1.6353	-	-
P	0.0011	0.3125	0.0052	-	-	0.0020	<0.0001	0.0001	-	-

*Ö.D.: önemli değil.

Yaprak su potansiyeli ölçüm değerleri negatif MPa olarak küçüldükçe yaprak su içeriği azalmaktadır. Karpuz çeşitlerinde yaprak su potansiyeli %50 ve %25 sulama uygulamalarında kontrole göre beş çeşit ortalaması olarak sırasıyla %95.16 ve % 109.52 düşmüştür. Yaprak su potansiyeli bakımından en iyi durumda olan genotip, Miracle en dezavantajlı ise Splendit olarak görülmektedir (Çizelge 9). Bu ölçümün gün içerisinde hangi saatte ve bitkinin hangi gelişme aşamasında yapıldığı önemlidir. Denemede vegetasyon sonunda hasat aşamasında ve saat 10.00-11.00 arasında yapılmıştır. Ölçümlerin çalışmanın son döneminde yapılmış olması nedeniyle yaprak su potansiyelinin düşük değerlerde olduğu kanısına varılmıştır. Karipçin (2009), karpuz genotiplerinde yaprak su potansiyelini iki yıl tekrar edilen denemelerde genotip ortalaması olarak, sıfır sulamada -0.84 bar ile -2.47 bar arasında, %50 sulamada -0.50 bar ile -1.36 bar arasında ve %100 sulama kontrol uygulamasında ise -0.25 bar ile -0.72 bar arasında yer aldığını rapor etmiştir.

Çizelge 9. Su stresi seviyelerinin karpuz bitkisinin yaprak oransal su içeriği ve yaprak su potansiyeli üzerine etkisi.

Table 9. The effects of water stress levels on leaf water content and leaf water potential of watermelon plant.

Çeşit	Yaprak oransal su içeriği (%)					Yaprak su potansiyeli (MPa)				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)
52024	91.5 a	90.7 a	76.3 ab	-0.95	-16.65	-0.16 a	-0.29 a	-0.40	-81.25	-150.00
Minipool	90.6 a	81.9 b	67.6 c	-9.60	-25.39	-0.19 a	-0.35 b	-0.35	-84.21	-84.21
Miracle	70.5 b	74.4 cd	77.2 a	5.52	9.48	-0.25 b	-0.32 ab	-0.46	-28.00	-84.00
Splendit	74.1 b	75.0 d	75.5 b	1.19	1.89	-0.17 a	-0.42 c	-0.40	-147.06	-135.29
Starburst	88.3 a	78.8 bc	76.8 ab	-10.75	-13.04	-0.17 a	-0.40 c	-0.33	-135.29	-94.12
Ortalama	83.0	80.14	74.67	-2.92	-8.74	-0.19	-0.36	-0.39	-95.16	-109.52
LSD _{0.05}	6.72	3.61	1.65	-	-	0.12	0.53	Ö.D.*	-	-
P	0.0002	0.0001	<0.0001	-	-	0.0004	0.0018	0.0757	-	-

*Ö.D.: önemli değil.

Yaprak osmotik potansiyeli bakımından denemede en avantajlı genotip Miracle olarak belirlenmiştir. Miracle, kontrole göre osmotik potansiyeli %50 ve %25 sulama uygulamalarında sırasıyla 27.78 ve %91.67 artırmıştır (Çizelge 10). Starburst, ve 52024 nolu çeşitler de yaprak osmotik potansiyeli bakımından avantajlı görülürken, Minipool kontrole göre en dezavantajlı çeşit olmuştur. Splendit çeşidi ise %50 sulama uygulamasında yaprak osmotik potansiyelini azaltmıştır. Mo ve ark. (2016b), kurak stresine dayanıklı yabancı karpuz ve duyarlı kültür karpuzu ile yaptıkları kurak stres denemesinde, strese dayanıklı olan yabancı karpuzun osmoregülasyonu çok iyi düzenlediğini bildirmiştir. Yaprak osmotik potansiyeli ile yaprak su potansiyeli arasında ters bir ilişki

bulunmaktadır. Kuraklık stresinde dayanıklı genotiplerde hücre içerisinde, çözülebilir organik ve inorganik maddelerin artarak biriktirilmesi "osmotik düzenleme" ve "osmotik potansiyelin artırılması" (negatif MPa değeri küçülmesi) anlamına gelmektedir. Osmotik düzenleme bitkide su alımını artırarak yaprağın turgor durumunu desteklemektedir. Yaprak osmotik potansiyeli için negatif MPa olarak değer küçüldükçe madde miktarı artmakta bitki için osmotik düzenleme daha avantajlı olmaktadır (Akhoundnejad ve Daşgan, 2019).

Çizelge 10. Su stresi seviyelerinin karpuz bitkisinin yaprak osmotik potansiyeli (MPa) üzerine etkisi.

Table 10. The effect of water stress levels on leaf water potential of watermelon plant (MPa).

Çeşit	Yaprak osmotik potansiyeli (MPa)			Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)
	%100 Sulama Kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama		
52024	-3.3 a	-3.1 a	-4.5 b	6.06	-36.36
Minipool	-3.2 a	-2.9 a	-2.6 a	9.38	18.75
Miracle	-3.6 ab	-4.6 c	-6.9 c	-27.78	-91.67
Splendit	-4.3 b	-3.1 a	-4.8 b	27.91	-11.63
Starburst	-3.4 a	-3.9 b	-4.1 ab	-14.71	-20.59
Ortalama	-3.56	-3.52	-4.58	0.17	-28.30
LSD _{0.05}	Ö.D.*	0.58	1.66	-	-
P	0.057	0.0006	0.004	-	-

*Ö.D.: önemli değil.

Karpuz Meyve Kalitesi Üzerine Kuraklık Stresinin Etkileri

Beş çeşidin ortalama karpuz meyve ağırlığı, %50 ve %25 sulama uygulamalarında sırasıyla kontrole göre % 12.11 ve % 12.24 oranında azalmıştır. Çeşit bazında incelendiğinde, meyve ağırlığı bakımından en az etkilenen çeşidin Splendit olduğu görülmektedir. Bu çeşitte %50 su stresinde karpuz ağırlığı %15.36 artmış ve %75 su stresinde ise meyve ağırlığı sadece % 6.09 azalmıştır (Çizelge 11). Meyve ağırlığının %50 su stresinde %12.55 arttığı diğer bir çeşit ise 52024 olmuştur. Ancak, %75 su stresinde bu çeşidin meyve ağırlığı %33.47 oranında azalmıştır. Miracle çeşidinde karpuz ağırlığı %50 su stresinde %27.42 azalırken, %75 su stresinde kontrole göre hiç değişim kaydedilmemiştir. Starburst çeşidinde de benzer bir durum görülmüş %50 su stresinde karpuz ağırlığı %28.91 azalırken, %75 su stresinde ise çok az, sadece %0.86 azalma kaydedilmiştir. Said ve Fatiha (2018) beş yöresel ve dört hibrit olmak üzere dokuz karpuz genotipi ile arazide kontrol ve %50 kısıtlı sulama koşullarında deneme yapmış ve meyve özelliklerinin su stresinden etkilenmesini incelemişlerdir. Meyve ağırlığı 9 genotip ortalaması olarak kontrolde 5.65 kg ve %50 su stresi olan uygulamada ise 4.05 kg olmuş, kontrole göre karpuz meyve ağırlığı %28.8 azalmıştır. Karipçin (2009), karpuz genotiplerinde birinci ve ikinci yıl ortalama karpuz ağırlığının sırasıyla sıfır sulama yapılan parsellerde 2.67–2.83 kg, %50 sulama yapılan parsellerde 5.41–5.49 kg ve %100 sulama yapılan kontrol parsellerinde ise, 7.59–7.27 kg olduğunu bildirmiştir. Kontrol uygulamasına göre sıfır sulanan parsellerde meyve ağırlığı azalması iki yıl denemesinde sırasıyla %65-61 arasında ve %50 sulanan parsellerde kontrole göre meyve ağırlığı azalması %28-25 olarak rapor edilmiştir.

Genel olarak karpuz meyve yüksekliğinin su stresinden etkilendiği ve sulama %50'den %25'e doğru azaldıkça meyve yüksekliğinin azalma eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Buna göre beş çeşidin ortalaması olarak %50 sulamada meyve yüksekliği kontrole göre %3.83 azalırken sulamanın %25 olduğu uygulamada meyve yüksekliği %10.99 azalmıştır. Çeşit bazında meyve yüksekliği bakımından en fazla olumsuz etkilenen çeşit, Minipool olurken en az etkilenen ise Splendit olmuştur. Miracle çeşidinde ise kontrole göre su stresinde meyve yüksekliğinde %1.08-8.24 arasında artışlar kaydedilmiştir (Çizelge 11). Said ve Fatiha (2018) beş yöresel ve 4 hibrit olmak üzere dokuz karpuz genotipi ile arazide kontrol ve %50 kısıtlı sulama koşullarında yaptıkları denemede su stresinin meyve özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Meyve yüksekliği 9 genotip ortalaması olarak kontrolde 27.37 cm ve %50 su stresi olan uygulamada ise 24.36 cm olmuş, kontrole göre karpuzda meyve yüksekliği %11 azalmıştır. Karipçin (2009) karpuz genotiplerinde sıfır sulama yapılan parsellerin ortalama meyve yüksekliği 14.16–14.78 cm, %50 sulama yapılan parsellerdeki meyve yüksekliği 21.30–21.37 cm ve %100 sulama yapılan kontrol parsellerinde meyve yüksekliği 28.64–28.24 cm olarak bildirilmiştir. Kontrol uygulamasına göre sıfır sulanan parsellerde meyve yüksekliğinin azalması iki yıl denemesinde sırasıyla %51-48 arasında ve %50 sulanan parsellerde kontrole göre meyve yüksekliğinin azalması ise %26-24 olarak rapor edilmiştir.

Çizelge 11. Su stresi seviyelerinin karpuz bitkisinin meyve ağırlığı (kg adet⁻¹) ve meyve yüksekliği (cm) üzerine etkisi.
Table 11. The effect of water stress levels on fruit weight (kg) and fruit height (cm) of watermelon.

Çeşit	Karpuz meyve ağırlığı (kg adet ⁻¹)					Karpuz meyve yüksekliği (cm)				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)
52024	5.02 a	5.65 a	3.34 b	12.55	-33.47	25.02 a	25.12 a	21.34	0.40	-14.71
Minipool	3.02 bc	2.05 c	2.34 c	-32.12	-22.52	24.09 a	17.45 c	17.80	-27.56	-26.11
Miracle	4.23 b	3.07 b	4.23 a	-27.42	0.00	21.23 b	22.98 b	21.46	8.24	1.08
Splendit	3.45 c	3.98 b	3.24 ab	15.36	-6.09	21.14 b	21.13 b	20.21	-0.05	-4.40
Starburst	4.67 bc	3.32 b	4.71 a	-28.91	0.86	23.18 a	23.14 a	20.67	-0.17	-10.83
Ortalama	4.08	3.61	3.57	-12.11	-12.24	22.93	21.96	20.30	-3.83	-10.99
LSD _{0.05}	0.47	0.82	0.73	-	-	1.64	1.68	Ö.D.*	-	-
P	0.0036	0.0037	0.0030	-	-	0.0010	0.0001	0.063	-	-

*Ö.D.: önemli değil.

Karpuz meyve çapı ölçümlerinde beş çeşidin ortalama değerlerine bakıldığında %50 ve %25 sulamalarında meyve çapının sırasıyla %2.27 ve %7.46 oranında azaldığı kaydedilmiştir. Genel olarak bakıldığında stres arttıkça meyve çapı azalmıştır. Çeşitler arasında Minipool en fazla etkilenme gösterirken en az etkilenme Miracle çeşidinde kaydedilmiştir (Çizelge 12). Said ve Fatiha (2018) beş yöresel ve dört hibrit olmak üzere dokuz karpuz genotipi ile arazide kontrol ve %50 kısıtlı sulama koşullarında yaptığı denemede, karpuz meyvesi çapı 9 genotip ortalaması olarak kontrolde 19.81 cm ve %50 su stresi olan uygulamada ise 17.89 cm olmuş, kontrole göre karpuz meyve çapı %9.79 azalmıştır. Karipçin (2009), karpuz genotiplerinde birinci ve ikinci yıl ortalama meyve çapı değerlerini sırasıyla sıfır sulama yapılan parsellerde 12.84–12.79 cm, %50 sulama yapılan parsellerde 19.48 cm–18.38 cm ve %100 sulama yapılan kontrol parsellerinde ise 24.08–24.59 cm olarak belirlemiştir. Kontrol uygulamasına göre birinci ve ikinci yıl denemelerinde sırasıyla sıfır sulanan parsellerde meyve çapı azalması %47-48 arasında ve %50 sulanan parsellerde %19-25 olarak rapor edilmiştir.

Karpuz meyvelerinde genel olarak su stresi seviyesi arttıkça kabuk kalınlığının azaldığı görülmektedir. %50 ve %25 sulama uygulamalarında beş çeşidin ortalama meyve kabuk kalınlığı değerleri sırasıyla %2.26 ve %7.14 azalma göstermiştir. Meyve kabuk kalınlığı tepkisi bakımından diğer çeşitlerden farklı ve ilginç olarak Splendit çeşidinde ise su stresi %50'den %75'e arttıkça meyve kabuğu kalınlığı sırasıyla %9.91 ve %15.51 artmıştır. Su stresinin %75 olduğu uygulamada en fazla kabuk incilmesi gösteren iki çeşit Starburst ve 52024 kodlu çeşit sırasıyla %12.28 ve %26.79 olmuştur (Çizelge 12).

Çizelge 12. Su stresi seviyelerinin karpuz meyvesi çapı (cm) ve meyve kabuk kalınlığı (mm) üzerine etkisi.*Table 12. The effects of water stress levels on fruit diameter (cm) and thickness of fruit rind (mm) of watermelon.*

Çeşit	Karpuz meyve çapı (cm)					Karpuz meyve kabuk kalınlığı (mm)				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)
52024	20.45	20.56 a	17.93 a	0.54	-12.32	14.37 ab	13.76 ab	10.52 c	-4.24	-26.79
Minipool	18.97	16.78 c	15.14 b	-11.54	-20.19	12.59 b	12.82 b	11.98 c	1.83	-4.85
Miracle	19.19	18.01 b	19.82 a	-6.15	3.28	15.73 a	13.69 a	14.58 b	-12.97	-7.31
Splendit	17.85	20.68 ab	17.81 a	15.85	-0.22	13.02 b	14.31 a	15.04 a	9.91	15.51
Starburst	20.06	18.04 b	18.49 a	-10.07	-7.83	13.36 ab	12.58 b	11.72 c	-5.84	-12.28
Ortalama	19.30	18.81	17.84	-2.27	-7.46	13.81	13.43	12.77	-2.26	-7.14
LSD _{0.05}	Ö.D.*	1.29	2.00	-	-	Ö.D.*	1.12	1.13	-	-
P	0.191	0.0007	0.021	-	-	0.072	0.027	0.0001	-	-

*Ö.D.: önemli değil.

Said ve Fatiha (2018) beş yöresel ve dört hibrit olmak üzere dokuz karpuz genotipi ile arazide kontrol ve %50 kısıtlı sulama koşullarında yaptığı denemede, karpuz meyvesi kabuk kalınlığı 9 genotip ortalaması olarak kontrolde

16.41 mm ve %50 su stresi olan uygulamada ise 12.95 mm olmuş, kontrole göre karpuz meyvesinde kabuk kalınlığı %21 azalma göstermiştir. Karipçin (2009)'nin yürüttüğü çalışmada, sıfır sulama yapılan parsellerin ortalama meyve kabuk kalınlığı 15.66 mm–15.30 mm, %50 sulama yapılan parsellerdeki meyve kabuk kalınlığı 13.40 mm–13.28 mm ve %100 sulama yapılan kontrol parsellerinde meyve kabuk kalınlığı değerleri 11.60 mm–11.58 mm olarak birinci ve ikinci yıl ortalama kabuk kalınlığı olarak bildirilmiştir. Kontrol uygulamasına göre sıfır sulanan parsellerde kabuk kalınlığı artması iki yıl denemesinde sırasıyla %35-32 arasında ve %50 sulanan parsellerde kontrole göre meyve kabuk kalınlığı artışı ise % 6-17 olarak rapor edilmiştir. Karipçin'in çalışmasında su stresi arttıkça kabuk kalınlığı kontrole göre artmıştır.

Toplam Karpuz Meyve Verimi Üzerine Kuraklık Stresinin Etkileri

Çalışmada, %50 ve %25 sulama uygulamalarında beş çeşit ortalaması olarak kontrole göre sırasıyla % 12.66 ve % 11.81 oranında toplam meyve verimi azalması olmuştur. Sulama suyu %75 azaltılan uygulamada beş çeşidin ortalama verim azalmasının sadece %11.81 olması önemli ve ilginç bulunmuştur (Çizelge 13). Denemede verim üzerine kuraklık stresinin etkileri çeşit bazında farklı olmuştur. Splendit ve Miracle dışındaki diğer üç çeşitte %50 ve %25 sulama koşullarında toplam karpuz verimi azalmıştır. Ancak, Splendit çeşidinde %50 ve %25 sulama koşullarında karpuz verimi kontrole göre sırasıyla %11.07 ve %26.07 artmıştır. Bu çeşidin su kısıtlamasına uyumunun çok iyi olduğu görülmüştür. Miracle çeşidinin %50 sulamada toplam verimi %4.10 azaltırken, %25 sulama koşullarında ise %5.11 artırdığı görülmüştür. Miracle çeşidi Splendit kadar olmasa da su stresine adaptasyonu diğer üç karpuz çeşidine göre daha toleranslı bulunmuştur. 52024 numaralı çeşit 5454 kg da⁻¹ ile denemede kontrol koşullarında en yüksek verimli çeşit olarak belirlenmiştir. Bu çeşidin %50 sulama koşullarında verim azalması %17.88 civarında 4480 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yüksek verimi nedeniyle 52024 çeşit, suyun %50 az olduğu koşullarda önerilebilir bulunmuştur. Ancak %25 sulamada %50.61 ani bir verim düşmesi gerçekleşmiştir (Çizelge 13). Starburst çeşidi %50 ve %25 sulama koşullarında karpuz veriminde sırasıyla %16.98 ve %1 verim azalması göstermiştir. Starburst çeşidi %25 sulama uygulamasında çok az bir verim azalması ile önerilebilir çeşitler arasına girmiştir. Minipool çeşidi %50 ve %25 sulama koşullarında karpuz veriminde sırasıyla %35.49 ve %38.69 verim azalması göstermiştir. Karipçin (2009)'nin karpuz genotiplerinde yürüttüğü çalışmada, sıfır sulama yapılan parsellerin ortalama verimi 0.94-1.15 ton da⁻¹, %50 sulama yapılan parsellerdeki karpuz verimi 3.93-3.94 ton da⁻¹ ve % 100 sulama yapılan kontrol parsellerinde verim değerleri 8.77-7.73 ton da⁻¹ olarak birinci ve ikinci yıl verimi şeklinde bildirilmiştir. Kontrol uygulamasına göre sıfır sulanan parsellerde verim azalması iki yıl denemesinde sırasıyla %85-89 arasında ve %50 sulanan parsellerde kontrole göre verim azalması % 55-49 olarak rapor edilmiştir.

Çizelge 13. Su stresi seviyelerinin karpuz bitkisinin toplam meyve verimi (kg da⁻¹) ve meyvede toplam kuru madde üretim miktarı (%) üzerine etkisi.

Table 13. Effects of water stress on total fruit yield (kg 1000m⁻²) and total fruit dry matter production (%) of watermelon.

Çeşit	Toplam meyve verimi (kg da ⁻¹)					Meyvede toplam kuru madde miktarı (%)				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)
52024	5454 a	4480 a	2695 b	-17.88	-50.61	9.10 c	9.05	9.07	-0.55	-0.33
Minipool	3308 b	2135 d	2029 c	-35.49	-38.69	10.05 ab	9.55	9.22	-4.98	-8.26
Miracle	3679 b	3529 b	3867 a	-4.10	5.11	8.99 c	9.23	9.24	2.67	2.78
Splendit	2700 c	2999 bc	3405 a	11.07	26.07	9.38 bc	9.57	9.94	2.03	5.97
Starburst	3499 b	2905 c	3464 a	-16.98	-1.00	10.79 a	10.60	10.23	-1.76	-5.19
Ortalama	3728	3209.6	3092	-12.66	-11.81	9.66	9.60	9.54	-0.52	-1.01
LSD _{0.05}	535.159	533.738	558.198	-	-	0.92	Ö.D.*	Ö.D.*	-	-
P	< 0.0001	< 0.0001	0.0005	-	-	0.0136	0.671	0.211	-	-

*Ö.D.: önemli değil.

Karpuz meyvelerinde toplam kuru madde miktarı %50 ve %25 sulama uygulamalarında beş çeşit ortalaması olarak kontrole göre sırasıyla %0.52 ve 1.01 oranlarında azalma göstermiştir (Çizelge 13). Çeşit bazında meyvede toplam kuru madde azalması en fazla Minipool ve sonra Starbust çeşitlerinde olurken, Splendit ve Miracle çeşitlerinde ise kuru madde artmıştır. Splendit çeşidinde %2.03-5.97 arasında ve Miracle çeşidinde ise %2.67-2.78

civarında artışlar kaydedilmiştir. 52024 numaralı çeşidin ise stres koşullarında kontrol gibi kararlı olduğu ve meyvede toplam kuru madde miktarı pek de etkilenmediği söylenebilir.

Karpuz meyvelerinde su stresini su stresinin arttığı %25 sulamada %4.65 artmıştır. Çeşit bazında tepkiler oldukça farklılık göstermektedir. Minipool çeşidinde her iki su stresi uygulamasında %46.79-56.88 arasında tohum sayısı azalırken. Splendit çeşidinde ise her iki su stresi uygulamasında %50 civarında tohum sayısı artırılmıştır. Splendit çeşidinin su stresine tepki olarak neslini devam ettirmek gayreti ile bitkilerin döllenmiş tohum sayısını kontrole göre epey bir artırma eğilimine girdiği görülmektedir (Çizelge 14). Karipçin (2009)'nin karpuz genotiplerinde yürüttüğü çalışmada, sıfır sulama yapılan parsellerin ortalama tohum sayısı 327-362 adet meyve⁻¹, %50 sulama yapılan parsellerdeki tohum sayısı 441-471 adet meyve⁻¹ ve %100 sulama yapılan kontrol parsellerinde tohum sayısı 417-458 adet meyve⁻¹ olarak sırasıyla birinci ve ikinci yıl ortalama tohum sayısı olarak bildirilmiştir. Kontrol uygulamasına göre sıfır sulanan parsellerde tohum sayısı iki yıl denemesinde sırasıyla %22-21 arasında azalma gösterirken, %50 sulanan parsellerde kontrole göre tohum sayısı ise %5.7-2.8 oranında artış olarak rapor edilmiştir.

Karpuz meyvelerinde tohum miktarının ağırlık olarak etkilenmesine bakıldığında beş çeşidin ortalaması olarak %50 sulamada kontrole göre çok az bir azalma %0.98 olurken, %25 sulamada %14.94 artış kaydedilmiştir (Çizelge 14). Çeşitler bazında Minipool %35-41 arasında kontrole göre tohum ağırlık kaybı en fazla olan çeşit iken, Splendit %54-89 arasında tohum ağırlığı en fazla artış gösteren çeşit olmuştur. Splendit çeşidinin neslin devamını sağlamak üzere strese tepkisel olarak, sayısını ve tohum ağırlığını artırması meyve kalitesi bakımından bir dezavantaj görülebilir. Ancak bu çeşidin kontrol uygulamasındaki meyve başına tohum sayısı ve ağırlığına bakıldığında diğerlerine göre en az tohum görülmektedir.

Çizelge 14. Su stresi seviyelerinin karpuz bitkisinde meyve başına tohum sayısı (adet meyve⁻¹) ve meyve başına ağırlık olarak tohum miktarı (g meyve⁻¹) üzerine etkisi.

Table 14. The effects of water stress levels on the number of seeds per fruit (seed fruit⁻¹) and the amount of seeds per fruit weight (g fruit⁻¹) of the watermelon.

Çeşit	Meyve başına tohum sayısı (adet meyve ⁻¹)					Meyve başına tohum ağırlığı (g meyve ⁻¹)				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)
52024	145 b	119 d	149 bc	-17.93	2.76	8.50 c	7.17 c	7.80 c	-15.65	-8.24
Minipool	218 a	94 e	116 c	-56.88	-46.79	6.31 d	3.71 d	4.08 d	-41.20	-35.34
Miracle	192 a	216 a	182 b	12.50	-5.21	9.13 b	10.98 a	9.11 b	20.26	-0.22
Splendit	102 c	153 c	154 bc	50.00	50.98	4.48 e	6.89 c	8.46 b	53.79	88.84
Starburst	214 a	184 b	260 a	-14.02	21.50	11.84 a	9.22 b	15.35 a	-22.13	29.65
Ortalama	174	153	172	-5.27	4.65	8.05	7.59	8.96	-0.98	14.94
LSD _{0.05}	29.08	13.32	43.86	-	-	1.08	1.47	1.54	-	-
P	0.0001	0.0001	0.0007	-	-	0.0001	0.0001	0.0001	-	-

Karpuz meyvesi içerisinde kırmızı et kısmında Hunter renk ölçüm cihazı kullanılarak ölçülen renk parametrelerinden L parlaklığı ifade etmektedir. Karpuz meyvesi iç rengi parlaklık durumu, beş çeşit ortalamasına göre genel olarak 50 sulamada etkilenmiştir ve % 0.84 artma olmuştur, ancak %25 sulamada %4.12'lik bir azalma kaydedilmiştir. Çeşitler bazında Splendit hariç diğer dört çeşit %50 sulamada meyve eti parlaklığında %2.69-5.74 arasında artış göstermiştir. Splendit ise %9.47 parlaklıkta azalma göstermiştir. % 25 sulama uygulamasında ise çeşitler %1.52 ile %11.66 arasında L değerinde azalma göstermiştir (Çizelge 15).

Su stresi uygulamalarından %50 sulamada beş çeşidin ortalaması olarak a değerinde, %2.32 oranında bir kırmızı renk azalmasına neden olurken, %25 sulamada ise %1.03'lük bir artma oluşturmuştur (Çizelge 15). Çeşit bazında a değerlerine bakıldığında %50 sulamada Miracle çeşidinde %3.75 artış görülürken, Splendit çeşidinde ise %7.83'lük bir azalma belirlenmiştir. %25 sulama uygulamasında en fazla kırmızı renk artışı %3.70 ile 52024 kod numaralı çeşitte ve sonra %4.88 bir artış da Miracle çeşidinde kaydedilmiştir.

Çizelge 15. Su stresi seviyelerinin karpuz meyvesi iç rengi Hunter cihazı okuması L değeri, parlaklık ve meyve iç rengi Hunter cihazı okuması a değeri üzerine etkisi.

Table 15. The effect of water stress levels on the fruit inner color Hunter device reading L value, brightness and fruit core color Hunter device reading a value of the watermelon.

Çeşit	Meyve iç rengi Hunter cihazı L değeri, parlaklık					Meyve iç rengi Hunter cihazı a değeri				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)
52024	39.4 c	40.4 bc	34.8 c	2.69	-11.66	36.8 c	35.7 b	38.1 b	-2.77	3.70
Minipool	39.7 c	41.9 b	40.1 ab	5.74	0.96	37.3 bc	36.1 b	36.5 c	-3.22	-2.20
Miracle	40.5 bc	41.5 b	39.7 b	2.35	-2.05	37.1 b	38.5 a	38.9 b	3.75	4.88
Splendit	44.2 a	39.9 c	41.4 ab	-9.47	-6.32	39.5 a	36.4 ab	39.1 a	-7.83	-0.94
Starburst	42.7 ab	43.9 a	42.0 a	2.91	-1.52	37.1 bc	36.5 b	36.9 c	-1.54	-0.30
Ortalama	41.3	41.5	39.6	0.84	-4.12	37.5	36.6	37.9	-2.32	1.03
LSD _{0.05}	2.10	1.51	2.47	-	-	1.13	1.32	1.07	-	-
P	0.0028	0.0108	0.0008	-	-	0.0068	0.0157	0.0005	-	-

Genel olarak beş çeşidin ortalamasına göre b renk değeri %50 ve %25 sulama uygulamalarında sırası ile %2.58 ile %4.88 oranında artış göstermiştir. Splendit çeşidinde su stresi arttıkça b değeri artmamış aynı kalmıştır (Çizelge 16).

Çalışmada meyvelerin EC değeri %50 ve %25 sulamalarda sırasıyla %5.10 ve %6.84 düzeylerinde azalma göstermiştir. Sulama suyunun azaltılması meyveye mineral taşınmasını azaltmıştır. Çeşitler bazında karpuz meyvesi EC azalması 52024 nolu çeşitte %10.90-14.01 arasında ve Starburst çeşidinde %12.06-12.88 arasında gözlenirken, diğer çeşitlerde ise %0.67-7.21 arasında kalmıştır. Spendit çeşidinde ise EC artmıştır. (Çizelge 16).

Çizelge 16. Su stresi seviyelerinin karpuz meyvesi iç rengi Hunter cihazı okuması b değeri ve meyvede EC değeri üzerine etkisi.

Table 16. Effect of water stress levels on fruit inner color of watermelon Hunter device reading b value and fruit EC value.

Çeşit	Meyve iç rengi Hunter cihazı b değeri					Karpuz meyvesi EC değeri ($\mu\text{S cm}^{-1}$)				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)
52024	22.1 a	21.2 c	23.6 b	-4.20	6.83	655 a	584 b	564 b	-10.90	-14.01
Minipool	22.8 a	23.6 ab	24.1 a	3.60	5.98	558 c	554 c	518 d	-0.67	-7.21
Miracle	21.6 b	24.1 a	21.9 c	11.55	1.86	560 c	534 cd	555 bc	-4.55	-0.92
Splendit	21.1bc	22.5 b	22.5 b	6.74	6.74	599 b	619 a	599 a	3.47	0.02
Starburst	20.4 c	19.5 d	21.0 c	-4.80	2.99	606b	528 d	533 cd	-12.88	-12.06
Ortalama	21.59	22.15	22.7	2.58	4.88	596	564	554	-5.10	-6.84
LSD _{0.05}	1.18	0.97	0.77	-	-	22.54	26.21	25.00	-	-
P	0.0040	0.001	0.0002	-	-	0.0001	0.0002	0.0007	-	-

Karpuz bitkisi su kısıtlaması ile yetiştirildiğinde meyve pH değerlerinde kontrole göre düşmeler kaydedilmiştir. Beş çeşidin ortalaması olarak %50 sulamada %10.81 ve %25 sulamada ise %17.27 pH düşmesi kaydedilmiştir. Su stresinin artması karpuz meyvelerini genel olarak daha asidik yapmıştır. Çeşit bazında Miracle çeşidinde 16.77-20.73 arasında pH düşmesi kaydedilirken, Starburst çeşidinde her iki sulamada da %9.84 sabit bir pH düşmesi kaydedilmiştir (Çizelge 17).

Su stresi karpuz meyvelerinde SÇKM'nin düşmesine neden olmuştur. Beş çeşit ortalaması olarak %50 ve %25 sulanan bitkilerde meyve SÇKM değerleri sırasıyla %9.32 ve %16.05 azalmıştır. Su stresi arttıkça SÇKM daha çok azalmıştır. Çeşit bazında en fazla azalma Miracle çeşidinde %21.16-27.09 arasında görülmüştür. Splendit çeşidinde %13.59-16.04 arasında ve Starburst çeşidinde ise %4.08-5.44 SÇKM azalması kaydedilmiştir (Çizelge 17). Said ve Fatıha (2018) beş yöresel ve dört hibrit olmak üzere dokuz karpuz genotipi ile arazide kontrol ve %50 kısıtlı sulama koşullarında yaptığı denemede, karpuz meyvesi SÇKM içeriği 9 genotip ortalaması olarak kontrole %8.42 ve %50 su stresi olan uygulamada ise %7.34 olmuş, kontrole göre SÇKM %12.8 azalmıştır. Karipçin (2009)'nin karpuz

genotiplerinde yürüttüğü çalışmada, sıfır sulama yapılan parsellerin ortalama SÇKM'si %7.5–7.4, %50 sulama yapılan parsellerdeki SÇKM değerleri %8.2–%8.0 ve %100 sulama yapılan kontrol parsellerinde SÇKM değerleri %8.30–8.25 olarak, birinci ve ikinci yıl ortalama SÇKM olarak bildirilmiştir. Kontrol uygulamasına göre sıfır sulanan parsellerde SÇKM azalması %9.6–10.06 ve %50 sulanan parsellerde SÇKM azalması ise %1.2–3.6 olarak rapor edilmiştir.

Çizelge 17. Su stresi seviyelerinin karpuz meyvesi pH ve SÇKM değerleri üzerine etkisi.

Table 17. The effect of water stress levels on fruit pH and fruit brix (total soluble solids) of watermelon.

Çeşit	Karpuz meyvesi pH					Karpuz meyvesi SÇKM (%)				
	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)	%100 Sulama kontrol	%50 Sulama	%25 Sulama	Kontrolle göre %50 sulamada değişim (%)	Kontrolle göre %25 sulamada değişim (%)
52024	6.67 a	5.21 b	5.45 c	-21.89	-18.29	8.32 b	7.34 bc	6.54 bc	-11.78	-21.39
Minipool	6.76 b	6.64 ab	5.54 c	-1.78	-18.05	7.78 b	8.09 a	6.98 ab	3.98	-10.28
Miracle	6.56 b	5.46 c	5.20 a	-16.77	-20.73	9.45 a	7.45 b	6.89 c	-21.16	-27.09
Splendit	6.32 b	6.08 a	5.09 ab	-3.80	-19.46	8.98 a	7.76 c	7.54 a	-13.59	-16.04
Starburst	5.69 c	5.13 c	5.13 bc	-9.84	-9.84	8.09 a	7.76 bc	7.65 ab	-4.08	-5.44
Ortalama	6.40	5.70	5.28	-10.81	-17.27	8.52	7.68	7.12	-9.32	-16.05
LSD _{0.05}	0.14	0.11	0.22	-	-	0.40	0.36	0.57	-	-
P	0.0001	0.0001	0.0069	-	-	0.003	0.0019	0.0104	-	-

SONUÇ

Bu çalışmada, Çukurova bölgesi ekolojik koşullarında yaz aylarında arazi koşullarında karpuz bitkisinin su kısıtlaması ile kuraklık stresi altında yetiştirilmesi sonucunda agronomik, fizyolojik ve pomolojik özellikler incelenerek, %75 su kısıtlamasına kadar olan stres koşullarında başarılı bulunan çeşitler Splendit ve Miracle olmuştur. Özel durumlarda suyun %50 kısıtı aşmaması halinde Starburst ve 50024 numaralı çeşitler de tercih edilebilir bulunmuştur.

İklim değişikliğinin tarımsal üretimi etkilemeye başlaması ile kuraklık stresine toleranslı ve az su ile ekonomik olarak yeterlilik düzeyinde başarılı yetiştirilebilen çeşitler yakın gelecekte önem kazanacaktır. Kuraklık stresine toleranslı çeşitlerin ortaya çıkarılarak üreticilere önerilmesi ve sonraki aşamada yeni kurak tolerant çeşitlerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

YAZAR KATKISI

Prof. Dr. H. Yıldız Daşgan araştırmanın planlanması, yürütülmesi, sonuçların değerlendirilmesi, verilerin istatistik yapılması ve makale yazımında, Ziraat Yük. Müh. Musa Kılıç çalışmanın arazide yürütülmesinde, ölçüm ve analizlerde, verilerin elde edilmesinde ve istatistik yapılmasında, araştırmacılar Dr. Sultan Dere ve Ar. Gör. Boran İkiz bitki ölçümlerinde ve laboratuvarında yapılan analizlerde, makale yazılmasında çalışmaya katkı sunmuşlardır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından finansal olarak FYL-2019-11493 nolu Yüksek Lisans tez projesi ile desteklenmiştir. Yazarlar finansal destek için teşekkür etmektedir.

KAYNAKLAR

Akhoundnejad, Y., & Daşgan, H. Y. (2019). Effect of different irrigation levels on physiological performance of some drought tolerant melon (*Cucumis melo* L.) genotypes. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(4), 9997-10012.

- Anonim, (2021a). Food and Agriculture Organization (FAO), Gıda ve Tarım Organizasyonu, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Erişim tarihi: 24 Mayıs 2021.
- Anonim, (2021b). Bitkisel üretim istatistikleri (TÜİK), <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>. Erişim tarihi: 28 Mayıs 2021.
- Carroll, D. A., Hansen, N. C., Hopkins, B. G., & DeJonge, K. C. (2017). Leaf temperature of maize and crop water stress Index with variable irrigation and nitrogen supply. *Irrigation Science*, 35, 549–560.
- Daşgan, H. Y., & Akhoundnejad, Y. (2014). *Türkiye F1 hibrit çeşit ve nitelikli hat geliştirilmesi*. 1007-TÜBİTAK-KAMAG Projesi "Kavunda Kuraklığa Tolerant Nitelikli Hat ve Çeşit Geliştirilmesi" Alt Projesi (109G099) Sonuç Raporu.
- Dere, S. (2019). *Domateste besin özellikleri ve kalitenin kuraklığa dayanıklılıkla artırılması*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Dlugokecka, E., & Kacperska-Palacz, A. (1978). Re-examination of electrical conductivity method for estimation of drought injury. *Biologia Plantarum*, 20, 262-267.
- Fan, S., & Blake, T. G. (1994). Abscisic acid induced electrolyte leakage in woody species with contrasting ecological requirements. *Plant Physiology*, 89, 817-823.
- Gould, W. A. (1977). Food Quality Assurance. AVI Publishing Co: Westport CT.
- Jones, H. G., & Corlett, J. E. (1992). Current topics in drought physiology. *Journal of Agricultural Science*, 119, 291-296.
- JUMP. 2007. Version 7.0, Statistical Software.
- Kapluhan, E., 2013. Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 487-510.
- Karıpçin, M. Z. (2009). *Yerli ve yabancı karpuz genotiplerinde kuraklığa toleransın belirlenmesi*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Ateş, Ç., & Ellialtıoğlu, Ş. Ş. (2018). Tuzluluk ve su noksanlığı stresi altında yetiştirilen farklı patlıcan anaç/kalem kombinasyonlarında bazı meyve kalite özelliklerine ait değişimler. *Derim*, 35(2), 111-120.
- Kozłowski, T. T., & Pallardy, S. G. (1997). *Physiology of Woody Plants*, Academic Press, San Diego.
- Mo, Y. L., Zheng, J. X., Yang, R. P., Liu, C. M., Gu, X. R., Zhang, X., & Wei, C. H. (2016a). Physiological responses and tolerance to drought stress of different watermelon genotypes. *The Journal of Applied Ecology*, 27(6), 1942-1952.
- Mo, Y., Yang, R., Liu, L., Gu, X., Yang, X., Wang, Y., Zhang, X., & Li, H. (2016b). Growth, photosynthesis and adaptive responses of wild and domesticated watermelon genotypes to drought stress and subsequent re-watering. *Plant Growth Regulation*, 79, 229–241.
- Öktem, A. U., & Aksoy, A. (2014). *Türkiye'nin Su Riskleri Raporu*. Ofset Yapımevi, İstanbul.
- Said, E. M., & Fatiha, H. (2018). Genotypic variability in fruits characters of moroccan watermelon cultivars (*Citrullus Lanatus*) cultivars under well and limited watered conditions. *Horticulture International Journal*, 2(6), 378–381.
- Sánchez, F. J., Andres, E. F., Tenorio, J. L., & Ayerbe, L. (2004). Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress, *Field Crops Research*, 86(1), 81-90.
- Silva, E. N., Ribeiro, R. V., Ferreira-Silva, S. L., Viégas, R. A., & Silveira, J. A. G. (2010). Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. *Journal of Arid Environments*, 74(10), 1130-1137.
- Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., & Koca, H. (2005). Differential Responses of Lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Plant Science*, 168(1), 223–231.
- Yokota, A., Kawasaki, S., Iwano, M., Nakamura, C., Miyake, C., & Akashi, K. (2002). Citrulline and DRIP-1 protein in drought tolerance of wild watermelon. *Annals of Botany*, 89(7), 825–832.



Araştırma Makalesi

Dut Türlerine Ait Meyvelerin Organik Asit ve C vitamini İçerikleri Üzerine Farklı Kurutma Tekniklerinin Etkisi**

Müjde Kıralan¹ , Muttalıp Gündoğdu^{2*} 

¹Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bolu

²Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bolu

Geliş tarihi (Received): 03.09.2021

Kabul tarihi (Accepted): 19.10.2021

Anahtar kelimeler:

Dut, organik asit, C vitamini, kurutma yöntemleri

Özet. Yapılan bu çalışmada, beyaz dut (*M. alba*) ve kara dut (*M. nigra*) meyveleri üç farklı şekilde kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Bu yöntemler, güneşte kurutma, etüvde kurutma (70, 90 ve 110 °C) ve mikrodalgada (450, 600 ve 700 W) kurutmadır. Kurutma işlemlerine bağlı olarak, meyve ağırlığı, nem oranı, C vitamini ve organik asit içeriklerindeki değişimler incelenmiştir. Güneşte kurutulan beyaz ve kara dut örneklerinde meyve ağırlığı sırası ile 1.07 g ve 1.59 g olarak bulunmuştur. Etüvde kurutmada meyve ağırlığı, beyaz dutlarda 0.57 g-0.88 g, kara dutlarda 1.57 g-1.87 g aralığında, mikrodalgada kurutulan beyaz dutlarda 0.62 g-1.22 g, kara dutlarda 0.76 g-1.41 g aralığında tespit edilmiştir. Kurutma yöntemlerine bağlı olarak organik asitlerin miktarlarında önemli değişimler görülmüştür. Beyaz dut meyvelerinde; en yüksek okzalik asit içeriği (2.88 g 100 g⁻¹) güneşte kurutulan meyvelerde, en yüksek sitrik asit içeriği (14.15 g 100 g⁻¹) ve en yüksek malik asit içeriği (17.67 g 100 g⁻¹) etüvde (110 °C) kurutulan meyvelerde tespit edilmiştir. Kara dut meyvelerinin organik asit içerikleri incelendiğinde; en yüksek okzalik asit içeriği (2.88 g 100 g⁻¹), en yüksek malik asit içeriği (18.39 g 100 g⁻¹) ve en yüksek sitrik asit içeriği (9.09 g 100 g⁻¹) güneşte kurutulan meyvelerde belirlenmiştir. En yüksek C vitamini içeriği (31.66 mg 100 g⁻¹) yaş kara dut meyvelerinde tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonucunda, kurutma yöntemlerine bağlı olarak beyaz dut ve kara dut meyvelerinin biyokimyasal içeriklerinde önemli değişimlerin olduğu ve yaş meyvelerin kuru meyvelere göre C vitamini içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

*Sorumlu yazar

gundogdumuttalip@gmail.com

Effect of Different Drying Techniques on Organic Acid and Vitamin C Contents of Mulberry Species Fruits

Keywords:

Mulberry, organic acid, vitamin C, drying methods

Abstract. Black mulberry (*M. nigra*) and white mulberry (*M. alba*) fruits were dried in three different ways. These methods are drying in the sun, drying in the oven (70, 90 and 110 °C) and microwave (450, 600 and 700 W drying). Fruit weight, moisture content, vitamin C and organic acid contents changes depending on drying processes. Fruit weight is higher in microwave applications than other applications. In sun dried samples, white and black fruit weight were found as 1.07 g and 1.59 g respectively. In the dormitory drying, the fruit weight was 0.57 g-0.88 g in the white mulberry, 1.57 g-1.87 g in the black mulberry, 0.62 g-1.22 g in the white mulberry in the microwave, and 0.76 g-1.41 g in the black mulberry. In the research, changes in the amount of organic acids were observed depended on drying methods. When looking the major organic acid distribution, white mulberry fruits; the highest oxalic acid content (2.88 g 100 g⁻¹) was determined in sun dried fruits, the highest citric acid content (14.15 g 100 g⁻¹) and malic acid content (17.67 g 100 g⁻¹) were determined in dried fruits in oven (110 °C). When the organic acid contents of black mulberry fruits were examined; The highest oxalic acid (2.88 g 100 g⁻¹), malic acid content (g 100 g⁻¹) and citric acid contents (9.09 g 100 g⁻¹) were determined in sun dried fruits. In this study, the highest vitamin C content (31.66 mg 100 g⁻¹) was identified in fresh black mulberry fruits. In this study, it was determined that there were significant changes in the biochemical contents of white mulberry and black mulberry fruits depending on the drying methods, and the vitamin C content of fresh fruits was higher than dried fruits.

GİRİŞ

Türkiye sahip olduğu coğrafik konumundan dolayı çok farklı iklim koşullarına sahiptir. Bu farklı ekolojik şartlar birçok meyvenin yetişmesini mümkün kılmaktadır. Özellikle üzümü meyveler, Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan meyveler arasında önemli bir yere sahiptir. (Ercişli, 2004). *Urticales* takımı, *Moraceae* familyası, *Morus* cinsi içerisinde yer alan dutun, dünya üzerinde birçok ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dut bitkisinin 100’e yakın türü olduğu bildirilmektedir. Bu türlerden 10-12 tanesi ticari olarak yetişmektedir. Bunlardan 3 tanesi hem ticari açıdan hem de yayılım açısından önem arz etmektedir. Bunlar; *Morus alba*, *Morus nigra* ve *Morus rubra*’dır (Verheij ve Coronel, 1991, Koyuncu ve ark., 2004). Dut çeşitlerinin anavatanları da farklılık göstermektedir. *M.alba* L.’nin anavatanın Çin, *M. nigra* L.’nin İran ve Kafkaslar, *M. rubra* L.’nin ise Kuzey Amerika’dır (Erdoğan, 2003). Ülkemizde dört mevsimin yaşanması, meyve türlerinde zengin genetik kaynaklara ve biyolojik çeşitliliğe imkan sağladığı gibi dut türlerinin yetiştiriciliğinin de rahatlıkla yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Kara dut (*Morus nigra* L.), kırmızı dut (*Morus rubra* L.) ve beyaz dut (*Morus alba* L.) ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen dut türleridir. Dut popülasyonu açısından Anadolu önemli bir varyasyona sahiptir. Türkiye’de beyaz dutun diğer dut türlerine göre yetiştiriciliğinin daha yaygın olduğu görülmektedir (Ercişli, 2004). Dut; sanayide (pestil, pekmez, meyveli dondurma, reçel, ispirto, sirke, vb.) farmakolojide, kozmetikte, ve peyzajda (park ve bahçelerde) kullanılmaktadır. Beyaz dutun dağınık formlu ve manzara ağaçlar gurubunda yer aldığı belirtilirken peyzaj çalışmalarında kullanımı tercih edilen bir tür olduğu bildirilmiştir (Gündoğdu ve ark., 2011). İçerdiği yüksek antioksidan fitokimyasallar ve insan beslenmesine ve sağlığına katkılarından dolayı dut meyvelerinin popülaritesi gün geçtikçe artmaktadır (Ercişli ve Orhan, 2008; Koyuncu ve ark., 2014; Rop ve ark., 2014; Sanchez ve ark., 2014; Sanchez-Salcedo ve ark., 2015).

Gıda muhafaza yöntemleri arasında kurutma işlemi önemli bir yer tutmaktadır. Kurutma işlemi ile birlikte gıda ürünlerindeki serbest su uzaklaştırılarak mikroorganizma gelişimi, gıdalarda istenmeyen kimyasal reaksiyonlar durdurulmakta veya yavaşlatılmaktadır. Buna bağlı olarak kurutma işlemi gıda maddesinin dayanma süresini uzatmakta, ürün hacminin azalması ile depolama ve taşımada kolaylık sağlamaktadır (Evranoz, 1998). Kurutma yöntemlerine bakıldığında, mikrodalga uygulamasının geleneksel kurutma yöntemlerine göre ısıtma hızı yüksek ve işlem süresi oldukça kısadır. Mikrodalga uygulanan gıdalarda vitamin ve mineral kayıplarının daha az olduğu bildirilmiştir. Bunun yanında az yer kaplaması, kolay temizlenmesi ve enerji tasarrufu sağlanması da önemli avantajlarındandır (Oliveira ve ark., 2002).

Söz konusu bu araştırmada; Türkiye açısından önemli üzümü meyvelerden olan kara dut ve beyaz dutun farklı kurutma teknikleri ile organik asitler ve C vitamini gibi meyvenin beslenme açısından önemli karakteristiklerindeki değişimler incelenmiştir. Kurutma teknikleri arasında güneşte kurutma, etüvde kurutma ve mikrodalgada kurutma yöntemleri uygulanmıştır. Yapılan bu araştırmada, kurutulmuş olarak piyasada yer alan dutların hangi kurutma tekniği kullanılarak en iyi beslenme değerine sahip olacağı belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Doğal kurutma işleminde meyveler gölgede serilerek belli nem oranına (%16.94) kadar kurutulması sağlanmıştır. Etüvde ve mikrodalga kurutmada Juhaimi ve ark. (2017)’nin bildirdiği kurutma koşullarında çeşitli modifikasyonlar yapılarak uygulama yapılmıştır. Etüvde kurutma işleminde ise 70, 90 ve 110 °C’de üç farklı kurutma işlemi yapılmıştır. Mikrodalga kurutmada ise 450 W (4 dk), 600 W (3 dk) ve 700 W (3 dk) olmak üzere farklı uygulamalar yapılmıştır.

Kurutma işleminde meyvelerde nem tayini otomatik nem tayin cihazı ile yapılmıştır ve sonuçlar % olarak sunulmuştur. Meyvelerin ağırlık kaybı ise 0.001 g’a duyarlı hassas terazi ile ölçülmüştür. Yapılan araştırmada biyokimyasal analizlerde meyvelerin nem oranlarının farklı olmasından dolayı yöntemi optimize etmek için ağırlık nem oranına bağlı olarak her uygulamada alınan örnek miktarı standardize edilmiştir.

Organik Asitlerin Analizi

Yaş ve kurutulmuş örneklerde organik asitlerin ekstraksiyonu Bevilacqua ve Califano (1989)’nun bildirdiği yöntemin modifikasyonu ile yapılmıştır. 10 g örnek santrifüj tüplerine alınmış ve daha sonra 10 mL 0.009 N H₂SO₄ örneklere ilave edilmiş ve homojenize edilmiştir. Örnekler 1 saat karıştırılmış ve 14.000 rpm’de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj tüpünün üst kısmında kalan sıvı (süpernatant) filtre kâğıdından süzülümüş, akabinde 0.45 µm membran filtreden ve nihayetinde SEP-PAK C18 kartuşdan geçirilmiştir. HPLC (Agilent HPLC 1100 series G 1322 A, Almanya) cihazına enjekte edilerek uygun kolonda (Aminex HPX - 87 H, 300 mm x 7.8 mm) ayrımları

gerçekleştirilmiştir. Organik asitler 214 ve 280 nm dalga boylarında belirlenmiştir. Mobil faz olarak 0.009 N H₂SO₄ çözeltisi kullanılmıştır.

C vitamini Analizi

Homojenizatörde parçalanmış dut örneklerinin üzerine 5 mL %2.5 M-fosforik asit çözeltisi ilave edilmiştir. Elde edilen karışım +4 °C'de 6500 x g'de 10 dakika süre ile santrifüjlenmiştir. Santrifüj tüpündeki berrak kısımdan 0.5 mL alınarak ve %2.5'lik M-fosforik asit çözeltisi ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Bu karışım 0.45 µm' lik teflon filtreden filtre edilerek HPLC cihazına enjekte edilmiştir. HPLC analizlerinde C vitamini C18 kolonda (Phenomenex Luna C18, 250x4.60 mm, 5 µ) belirlenmiştir. Kolon fırını sıcaklığı 25 °C olarak ayarlanmıştır. Sistemde mobil faz olarak 1 ml dakika⁻¹ akış hızında pH düzeyi H₂SO₄ ile 2.2'e ayarlanmış ultra saf su kullanılmıştır. Okumalar DAD dedektörde 254 nm dalga boyunda belirlenmiştir. C vitamini pikinin tanımlanması ve düzeyinin tespit edilmesinde farklı konsantrasyonlarda (50, 100, 500, 1000, 2000 ppm) hazırlanan L-askorbik asit (Sigma A5960) kullanılmıştır (Cemeroğlu, 2007).

İstatistiksel Değerlendirme

Kurutma işlemi sırasında değişimlerin incelenmesinde SPSS (23) paket programı kullanılmıştır. Kurutmaya bağlı olarak fenolik madde ve organik asitlerin değişiminin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmış, gruplar arasındaki farklılıkların değerlendirilmesine ise tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Nem ve Ağırlık

Kurutma sırasında beyaz dut ve kara dut meyvelerine ait ağırlık ve nem verileri Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Kara dut ve beyaz dutun yaş meyve ağırlıkları sırası ile 7.06 ve 2.67 g olarak belirlenmiştir. Güneşte kurutmada ağırlık beyaz dutta 1.07 g'a kara dutta ise 1.59 g'a kadar düşüş göstermiştir. Beyaz dutta etüvde kurutma yönteminde 110 °C'da ağırlıkta en fazla kayıp gerçekleşmiş olup, 0.57 g olarak tespit edilmiştir. 70 ve 90 °C sıcaklıklardaki uygulamalarda sırası ile meyve ağırlıkları 0.88 g ve 0.58 g olarak belirlenmiştir. Mikrodalga kurutmada beyaz dutta en fazla ağırlık kaybı 450 W güçte 4 dakika uygulamada tespit edilmiştir (0.62 g). Beyaz dutta 600 W güçte 3 dakika uygulamada ağırlık 0.89 g'a 700 W güçte 3 dakika uygulamada ise 1.22 g'a kadar düşüş sağlanmıştır. Kara dutta etüvde kurutma yönteminde en fazla ağırlık kaybı 70 °C'da gerçekleşmiş ve ağırlık 1.57 g olarak belirlenmiştir. 70 ve 90 °C sıcaklıklardaki uygulamalarda ise kara dut ağırlıkları sırası ile 1.87 g ve 1.80 g olarak belirlenmiştir. Kara dutların mikrodalga ile kurutulmasında en fazla meyve ağırlığı 1.41 g ile 700 W 4.5 dakika uygulamada, en az meyve ağırlığı ise 0.76 g ile 450 W güçte 7 dakika uygulamada tespit edilmiştir. Güneş ve Çekiç (2004), 5 farklı kara dut genotipinde meyve ağırlığının 3.02 g- 5.72 g aralığında, 23 farklı beyaz genotipte ise 3.15 g-6.88 g aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Ercişli ve Orhan (2007) yaptıkları çalışmada Erzurum'da yetişen *M. alba* ve *M. nigra* dut çeşitlerinde yaş meyve ağırlıklarını sırası ile 3.49 g ve 4.37 g olarak belirlemişlerdir. İğdir, Tuzluca ve Kağızman ekolojik koşullarında yetişen kara dut meyvelerinde meyve ağırlığı 2.19 g-3.58 g arasında belirlenmiştir (Pehlivan ve ark., 2012). Uşak ili Ulubey ilçesinde yapılan çalışmada 15 adet kara dut genotipinde yaş meyve ağırlıkları 2.87 g-4.30 g arasında tespit edilmiştir (Erkaleli ve Dalkılıç, 2016). Kara dut meyvesi için çalışmalarda tespit edilen meyve ağırlıkları, Güneş ve Çekiç (2004), Ercişli ve Orhan (2007), Pehlivan ve ark. (2012), Erkaleli ve Dalkılıç (2016)'ın bildirdiği ağırlıkların üzerinde belirlenmiştir. Bu farklılığın özellikle meyvelerin toplandığı lokasyon ve ekolojik koşullardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada yaş beyaz dut meyve ağırlıkları, Güneş ve Çekiç (2004), Ercişli ve Orhan (2007)'in bildirdiği verilerin altındadır. Yine bu farklılığın kara dutta olduğu gibi lokasyon ve ekolojik şartlardan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Beyaz dut ve kara dutun yaş meyvede nem oranları sırası ile %83.63 ve % 91.97 olarak belirlenmiştir. Güneşte kurutma ile nem oranları beyaz dutta %17.87'ye kara dutta ise % 16.94'e kadar düşmüştür. Beyaz dutun etüvde kurutulmasında en düşük nem oranı %13.73 ile 110 °C'de gerçekleşirken en fazla nem oranı ise % 29.51 ile 70 °C'deki uygulamada tespit edilmiştir. Mikrodalga uygulamada ise beyaz dutlarda en fazla nem kaybı %55.76 ile 450 W gücün 4 dakika uygulandığı örnekte belirlenmiştir. Bu yöntem ile kurutmada en fazla nem oranı %67.21 ile 700 W gücün 3 dakika uygulandığı örnekte tespit edilmiştir. Kara dutta etüvde kurutma yönteminde en yüksek nem oranı %44.92 ile 90 °C'da, en düşük nem oranı ise %25.70 ile 70 °C'da uygulamada belirlenmiştir. Kara dutun mikrodalga ile kurutulduğu yöntemde ise en düşük nem oranı (% 44.00) ile 450 W güçte 7 dakika uygulamada, en yüksek nem oranı ise %64.05 ile 700 W güçte 4.5 dakika uygulamada tespit edilmiştir. Ercişli ve Orhan (2007) yaptıkları çalışmada Erzurum'da yetişen *M. alba* ve *M. nigra* dut türlerinde nem oranları sırası ile %71.5 ve % 72.6 olarak

belirlenmiştir. Çoruh Vadisi'nde M. alba genotiplerinde yapılan çalışmada meyvelerde nem oranının %72.85-79.75 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Güngör ve Sengul, 2008). Pakistan'da yapılan çalışmada M. alba ve M. nigra genotiplerinin meyvelerinde nem oranı sırasıyla %81.72 ve % 82.40 olarak tespit edilmiştir (Imran ve ark., 2010). Türkiye'nin Isparta ili Mahmutlar lokasyonunda 8 kara dut genotipinde yapılan çalışmada nem oranı %77.30 ile % 84.27 arasında belirlenmiştir (Koyuncu ve ark., 2014). Uşak ili Ulubey ilçesinde yapılan çalışmada 15 adet kara dut genotipinde nem oranı %69.3-78.4 olarak belirlenmiştir (Erkaleli ve Dalkılıç, 2016). Çalışmada beyaz dut meyvesinde belirlenen nem oranı (%83.63), Ercişli ve Orhan (2007), Güngör ve Sengul (2008), Imran ve ark. (2010)'nın çalışmalarında bildirmiş olduğu değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Kara dut için çalışmada bildirilen nem oranı (%91.97), Ercişli ve Orhan (2007), Imran ve ark. (2010), Koyuncu ve ark. (2014), Erkaleli ve Dalkılıç (2016)'ın bildirdiği değerlerden yüksek bulunmuştur. Çalışma sonuçları ile literatür arasındaki farklılığın lokasyondan, uygulama farklılıklarından, ekolojik koşullardan ve genotip farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Mikrodalga uygulamalarında nem oranı diğer klasik uygulamalara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bu durum mikrodalga uygulama ile meyvenin dış yüzeyinde ani bir kuruma gerçekleşmesi ve dolayısı ile nemi dışarıya verememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Juhaimi ve ark. (2017) çalışmalarında hurma meyvesini, güneşte, etüvde ve mikrodalga ile kurutmuşlardır. Güneşte kurutma ile birlikte nem kaybının çok fazla olduğu tespit edilmiştir. Mikrodalga kurutmada ise nem kaybı daha az olmakta, etüvde kurutmada ise nem kaybı mikrodalgaya nazaran daha fazla, güneşte kurutmaya göre ise daha az bulunmuştur. Meyvelerin gerek fizyolojik yapıları gerekse de nem oranları farklı olmasından dolayı doğrudan bir kıyaslama yapılamasa da sonuçların çalışmamıza benzer olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Kara dut (*Morus nigra* L.) meyvelerinin ağırlık ve nem oranları.

Table 1. Weight and moisture ratios of black mulberry (*Morus nigra* L.) fruits.

Uygulamalar		Ağırlık (g)	Nem (%)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	0.76 ± 0.11 d*	44.00 ± 2.05 c
	600 W 3 dakika	1.30 ± 0.16 c	63.53 ± 1.15 b
	700 W 3 dakika	1.41 ± 0.28 c	64.05 ± 1.02 b
Etüvde kurutma	70 °C	1.57 ± 0.25 bc	25.70 ± 4.05 d
	90 °C	1.87 ± 0.33 b	44.92 ± 3.59 c
	110 °C	1.80 ± 0.27 b	31.16 ± 5.29 d
Güneşte kurutma		1.59 ± 0.21 bc	16.94 ± 4.15 e
Yaş		7.06 ± 0.44 a	91.97 ± 4.43 a

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Çizelge 2. Beyaz dut (*Morus alba* L.) meyvelerinin ağırlık ve nem oranları.

Table 1. Weight and moisture ratios of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits.

Uygulamalar		Ağırlık (g)	Nem (%)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	0.62 ± 0.09 d*	55.76 ± 3.18 d
	600 W 3 dakika	0.89 ± 0.11 c	63.53 ± 4.77 c
	700 W 3 dakika	1.22 ± 0.14 b	67.21 ± 4.63 b
Etüvde kurutma	70 °C	0.88 ± 0.07 c	29.51 ± 1.37 e
	90 °C	0.58 ± 0.13 d	15.49 ± 1.11 fg
	110 °C	0.57 ± 0.17 d	13.73 ± 1.01 g
Güneşte kurutma		1.07 ± 0.13 bc	17.87 ± 2.12 f
Yaş		2.67 ± 0.38 a	83.63 ± 4.55 a

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Organik Asitler ve C Vitamini

Örneklere altı farklı organik asit ve C vitamini (askorbik asit) belirlenmiştir. Belirlenen organik asitler; okzalik asit, sitrik asit, tartarik asit, malik asit, süksinik asit ve fumarik asittir. Kurutma yöntemlerine bağlı olarak organik asitlerin bileşimlerinde değişiklikler tespit edilmiş ve istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($P < 0.05$). Yaş meyvede beyaz dutta en fazla miktarda belirlenen organik asit malik asit olup $3.31 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Bu organik asidi $0.68 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ miktar ile tartarik asit izlemiştir. Bu organik asitler dışında belirlenen diğer organik asitlerin miktarı $1 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ 'in altında belirlenmiştir. Beyaz ve kara dutların kurutma yöntemlerine göre organik asit bileşimindeki değişim Çizelge 3,4,5 ve 6'da gösterilmiştir. Yaş meyvede en fazla miktarda belirlenen organik asit malik asit olup kurutma ile birlikte artış göstermiştir. Kurutma işlemleri kıyaslandığında en fazla artış etüvde ($110 \text{ }^\circ\text{C}$) yapılan kurutma yönteminde belirlenmiş ve miktar olarak $17.67 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir.

Mikrodalga ile kurutulmuş beyaz dutların malik asit içeriği güneşte kurutulan meyvelere göre daha fazla bulunmuştur. Mikrodalga ile kurutulan beyaz dut meyvelerinde en fazla malik asit artışı 600 W uygulamasında ($16.30 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) belirlenirken en az artış ise 450 W uygulamasında ($12.68 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) görülmüştür (Çizelge 5). Okzalik asit miktarı kurutma ile birlikte bir miktar artış göstermiştir. En fazla artış güneşte kurutma yönteminde belirlenmiş ve miktar $2.88 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Etüvde kurutma yönteminde en fazla okzalik asit $90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ uygulamada ($1.80 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) belirlenirken en düşük okzalik asit $0.99 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ile $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ uygulamada tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Kara dut (*Morus nigra* L.) meyvelerinin okzalik, sitrik, tartarik ve malik asit içerikleri.

Table 3. Oxalic, citric, tartaric and malic acid contents of black mulberry (*Morus nigra* L.) fruits.

Uygulamalar		Okzalik (g 100 g ⁻¹)	Sitrik (g 100 g ⁻¹)	Tartarik (g 100 g ⁻¹)	Malik (g 100 g ⁻¹)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	1.90 ± 0.05 b*	8.80 ± 0.15 a	0.48 ± 0.07ab	15.37 ± 0.17 c
	600 W 3 dakika	0.45 ± 0.02 fg	7.60 ± 0.26 c	0.48 ± 0.03 ab	12.55 ± 0.15 e
	700 W 3 dakika	0.51 ± 0.02 f	5.82 ± 0.07 e	0.50 ± 0.04 a	10.09 ± 0.09 f
Etüvde kurutma	70 °C	1.49 ± 0.12 c	8.28 ± 0.10 b	0.46 ± 0.08 ab	17.27 ± 0.11 b
	90 °C	0.88 ± 0.02 d	5.34 ± 0.14 f	0.37 ± 0.03 c	13.28 ± 0.09 d
	110 °C	0.74 ± 0.03 e	6.41 ± 0.12 d	0.47 ± 0.01 ab	9.29 ± 0.09 g
Güneşte kurutma		2.88 ± 0.09 a	9.09 ± 0.14 a	0.43 ± 0.02 bc	18.39 ± 0.11 a
Yaş		0.36 ± 0.03 g	2.47 ± 0.05 g	0.28 ± 0.00 d	5.87 ± 0.08 h

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4. Kara dut (*Morus nigra* L.) meyvelerinin süksinik asit, fumarik asit ve C vitamini içerikleri.

Table 4. Succinic acid, fumaric acid and vitamin C contents of black mulberry (*Morus nigra* L.) fruits.

Uygulamalar		Süksinik (g 100 g ⁻¹)	Fumarik (g 100 g ⁻¹)	Vitamin C (mg 100 g ⁻¹)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	0.87 ± 0.02 ab*	0.55 ± 0.02 c	25.96 ± 0.23 b
	600 W 3 dakika	0.65 ± 0.04 de	0.47 ± 0.05 cd	17.55 ± 0.18 c
	700 W 3 dakika	0.71 ± 0.06 cd	0.45 ± 0.03 d	15.28 ± 0.24 d
Etüvde kurutma	70 °C	0.93 ± 0.08 a	0.78 ± 0.07 a	15.37 ± 0.20 d
	90 °C	0.74 ± 0.03 c	0.23 ± 0.04 e	13.58 ± 0.09 e
	110 °C	0.63 ± 0.04 e	0.27 ± 0.03 e	12.19 ± 0.07 f
Güneşte kurutma		0.85 ± 0.09 b	0.65 ± 0.04 b	15.73 ± 0.11 d
Yaş		0.48 ± 0.07 f	0.11 ± 0.00 f	31.66 ± 0.29 a

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Okzalik asitteki en az artış mikrodalga uygulamalarında görülmüştür. İstatistiki olarak tüm uygulamalar aynı grup içerisinde yer almış ve $0.97\text{-}1.16 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ aralığında tespit edilmiştir. Sitrik asit miktarı kurutma işlemine bağlı olarak istatistiki olarak önemli artışlar görülmüştür. Güneşte kurutmada sitrik asit miktarı $3.75 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Beyaz dut (*Morus alba* L.) meyvelerinin okzalik, sitrik, tartarik ve malik asit içerikleri.**Table 5.** Oxalic, citric, tartaric and malic acid contents of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits.

Uygulamalar		Okzalik (g 100 g ⁻¹)	Sitrik (g 100 g ⁻¹)	Tartarik (g 100 g ⁻¹)	Malik (g 100 g ⁻¹)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	0.97 ± 0.1 d*	3.42 ± 0.11 e	0.84 ± 0.06 bc	12.68 ± 0.21 d
	600 W 3 dakika	1.16 ± 0.05 d	5.52 ± 0.18 d	0.88 ± 0.07 b	16.30 ± 0.31 b
	700 W 3 dakika	1.00 ± 0.02 d	6.03 ± 0.14 c	0.83 ± 0.05 bc	15.45 ± 0.16 c
Etüvde kurutma	70 °C	0.99 ± 0.06 d	3.88 ± 0.19 e	0.87 ± 0.07 b	10.95 ± 0.19 e
	90 °C	1.80 ± 0.11 b	10.32 ± 0.25 b	0.75 ± 0.02 c	16.84 ± 0.24 b
	110 °C	1.45 ± 0.04 c	14.15 ± 0.21 a	0.71 ± 0.03 c	17.67 ± 0.11 a
Güneşte kurutma		2.88 ± 0.18 a	3.75 ± 0.15 e	3.60 ± 0.15 a	4.66 ± 0.16 f
Yaş		0.36 ± 0.07 e	0.65 ± 0.10 f	0.68 ± 0.10 d	3.31 ± 0.14 g

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 6. Beyaz dut (*Morus alba* L.) meyvelerinin süksinik asit, fumarik asit ve C vitamini içerikleri.**Table 6.** Succinic acid, fumaric acid and vitamin C contents of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits.

Uygulamalar		Süksinik (g 100 g ⁻¹)	Vitamin C (mg 100 g ⁻¹)	Fumarik (g 100 g ⁻¹)
Mikrodalga kurutma	450 W 4 dakika	0.99 ± 0.07 e*	17.48 ± 0.41 b	0.08 ± 0.00 f
	600 W 3 dakika	1.76 ± 0.15 c	16.51 ± 0.24 c	0.14 ± 0.01 c
	700 W 3 dakika	0.79 ± 0.05 e	16.40 ± 0.11 c	0.10 ± 0.00 e
Etüvde kurutma	70 °C	1.87 ± 0.16 c	18.26 ± 0.17 b	0.20 ± 0.01 b
	90 °C	2.69 ± 0.21 b	14.37 ± 0.09 d	0.13 ± 0.00 d
	110 °C	1.35 ± 0.18 d	11.34 ± 0.16 f	0.10 ± 0.00 e
Güneşte kurutma		3.24 ± 0.13 a	13.40 ± 0.16 e	1.31 ± 0.13 a
Yaş		0.60 ± 0.04 f	26.30 ± 0.14 a	0.07 ± 0.04 f

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark P≤0.05 seviyesinde önemlidir.

Etüvde kurutma yöntemlerinde sıcaklık arttıkça sitrik asit miktarında artış olmuştur. En yüksek sitrik asit miktarı 14.15 g 100 g⁻¹ ile 110 °C'da yapılan uygulamada, en düşük sitrik asit miktarı ise 3.88 g 100 g⁻¹ ile 70 °C'da yapılan uygulamada tespit edilmiştir. Mikrodalga ile yapılan uygulamalarda sitrik asit miktarı etüvde kurutma yöntemine nazaran daha düşük bulunmuştur. Güç uygulamasına paralel olarak sitrik asit miktarında artış tespit edilmiştir. En fazla sitrik asit miktarı 6.03 g 100 g⁻¹ ile 700 W güç uygulamasında, en düşük sitrik asit miktarı ise 3.42 g 100 g⁻¹ ile 450 W güç uygulamasında belirlenmiştir. Tartarik asit miktarı kurutma yöntemlerine göre artma eğilimi göstermiştir. Güneşte kurutma yönteminde tartarik asit miktarı 3.60 g 100 g⁻¹ tespit edilmiştir. Etüvde kurutma yönteminde 0.71-0.87 g 100 g⁻¹ aralığında tartarik asit belirlenirken, mikrodalga kurutma yönteminde ise 0.83-0.88 g 100 g⁻¹ aralığında tespit edilmiştir. Süksinik asit içeriğine bakıldığında; kurutma yöntemlerine göre artış göstermiş ve en yüksek değer güneşte kurutmada 12.24 g 100 g⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Askorbik asit, kurutma ile birlikte azalış gözlemlenen organik asitlerdendir. Askorbik asit miktarı güneşte kurutmada 13.40 mg 100 g⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Askorbik asit miktarı, etüvde kurutma yönteminde, sıcaklık uygulaması artışına bağlı olarak düşüş sergilemiştir. 70 °C'da kurutulan örneklerde askorbik asit miktarı 18.26 mg 100 g⁻¹ iken 110 °C'de kurutulan örneklerde ise 11.34 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Mikrodalga kurutmada kurutma gücüne bağlı olarak askorbik asit az da olsa düşüş sergilemiştir. Mikrodalga kurutmada askorbik asit miktarı 16.40-17.48 mg 100 g⁻¹ aralığında değişim göstermiştir. Beyaz dutların kurutulmasında fumarik asit de tartarik asidin gösterdiği eğilimi sergilemiştir. Güneşte kurutmada, fumarik asit miktarı (1.31 g 100 g⁻¹) yaş meyveye göre daha fazla belirlenmiştir. Etüvde kurutmada sıcaklığa bağlı olarak fumarik asit miktarı düşüş göstermiştir. Fumarik asit miktarı etüvde kurutulan beyaz dutlarda 0.10- 0.20 g 100 g⁻¹ aralığında tespit edilmiştir. Mikrodalga yöntemiyle kurutulan beyaz dutlarda fumarik asit miktarı düşük olmakla birlikte, 0.08-0.14 g 100 g⁻¹ aralığında tespit edilmiştir. Van ilinden toplanan beyaz dutlarda sitrik asit 0.393 g 100 g⁻¹, tartarik asit 0.223 g 100 g⁻¹, malik asit 3.095 g 100 g⁻¹, süksinik asit 0.168 g 100 g⁻¹, fumarik asit 0.024 g 100 g⁻¹ ve askorbik asit 24.422 g 100 g⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Gündoğdu ve ark., 2011). Iğdır'da iki adet beyaz dut genotipi ile yapılan çalışmada, sitrik asit 0.480, 0.687 g 100 g⁻¹, tartarik

asit 0.153, 0.430 g 100 g⁻¹, malik asit 1.130, 2.103 g 100 g⁻¹, süksinik asit 0.267, 0.437 g 100 g⁻¹, fumarik asit 0.100, 0.123 g 100 g⁻¹ ve askorbik asit 13.400, 18.220 mg 100 g⁻¹ düzeylerinde belirlenmiştir (Eyduran ve ark., 2015). Bozhüyük ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada 3 farklı beyaz dut genotipinde organik asit bileşiminde sitrik asit, tartarik asit, malik asit, süksinik asit, laktik asit, fumarik asit ve asetik asit içeriklerini ortalama olarak sırası ile 0.940-2.827 mg 100 g⁻¹, 0.128-0.155 mg 100 g⁻¹, 8.493-9.888 mg 100 g⁻¹, 2.094-4.119 mg 100 g⁻¹, 0.349-1.063 mg 100 g⁻¹, 0.177-0.242 mg 100 g⁻¹ ve 0.042-0.069 mg 100 g⁻¹ aralığında tespit etmişlerdir. İğdir ilinde yapılan bir diğer çalışmada, beyaz dut bileşiminde sitrik asit 0.6367 g 100 g⁻¹, tartarik asit 0.1500 g 100 g⁻¹, malik asit 2.1333 g 100 g⁻¹, süksinik asit 0.2500 g 100 g⁻¹, fumarik asit 0.1067 g 100 g⁻¹ ve askorbik asit 16.420 mg 100 g⁻¹ düzeyinde belirlenmiştir (Gecer ve ark., 2016). Hakkari’de yetiştirilen beyaz dut genotiplerinde yapılan çalışmada, organik asitler olan okzalik asit 0.30-0.64 g 100 g⁻¹, sitrik asit 1.66-2.37 g 100 g⁻¹, tartarik asit 0.14-0.54 g 100 g⁻¹, malik asit 8.63-13.51 g 100 g⁻¹, süksinik asit 0.80-2.06 g 100 g⁻¹, fumarik asit 0.12-0.16 g 100 g⁻¹ ve askorbik asit 25.51-30.45 mg 100 g⁻¹ aralığında değişim göstermiştir (Gündoğdu ve ark., 2018). Beyaz dutta elde edilen okzalik asit sonuçları Gündoğdu ve ark. (2018)’in bildirdiği değerler ile benzerlik teşkil etmektedir. Sitrik asit miktarı, Gündoğdu ve ark. (2011), Bozhüyük ve ark. (2015) ve Gündoğdu ve ark. (2018)’in bildirdiği değerlerin altında, Gecer ve ark. (2016)’ın bildirdiği değerlerin üzerindedir. İncirde güneşte ve etüvde kurutma yapılmış ve sitrik asit ve malik asit içerikleri incelenmiştir. Kurutma yöntemlerine göre taze incirle kıyaslama yapıldığında sitrik asit ve malik asit içeriklerinde kurutmaya bağlı olarak ciddi artışlar olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, kurutulmuş incirlerin daha az su içermesi yani organik asitlerin konsantrasyon olarak bulunmasına dayandırılmıştır (Slatnar ve ark., 2011).

SONUÇ

Yapılan araştırmada, mikrodalga yöntemli ile kurutulan örneklerde meyve ağırlığındaki düşüş yüzeydeki hızlı kurumaya bağlı olarak diğer yöntemlere kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Etüvde kurutulan örneklerin bazılarında nem oranı güneşte kurutulanlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Mikrodalga uygulamalarda ise nem oranı daha yüksek oranda belirlenmiştir. Mikrodalga uygulamada nem oranı diğer yöntemlere nazaran daha yüksek bulunmasının nedeni meyvenin kabuğunun aniden kuruması ve içindeki nemi hapsetmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu ürünler daha kuru değil jel formunda ürünler oluşturmuşlardır. Yapılan araştırmada etüvde (110 °C) kurutulan beyaz dut meyve örneklerinde ve güneşte kurutulan karadut meyve örneklerinde en fazla belirlenen organik asit malik asit olduğu tespit edilmiştir. Doğal kurutulan beyaz dut örneklerinde en fazla belirlenen organik asitlerin malik asit ve sitrik asit olduğu görülmüştür. Etüv ve mikrodalga ile kurutulan örneklerin organik asitlerin değerleri birbirlerine yakın olmakla birlikte güneşte kurutulan örneklerin organik asit miktarları farklılık göstermiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Makalenin yazımı ve analiz işlemleri M.K. tarafından yürütülmüştür. Konu dizaynı ve yöntem tercihinin M.G. planlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Tez çalışması olan bu araştırma Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığınca desteklenmiştir (Proje No: 2017.10.05.1209)

KAYNAKLAR

- Bevilacqua, A. E., & Califano, A. N. (1989). Determination of organic acids in dairy products by high performance liquid chromatography. *Journal of Food Science*, 54, 1076–1079.
- Bozhüyük, M. R., Pehlivan, M., Kaya, T., & Doğru B. (2015). Organic acid composition of selected mulberry genotypes from Aras Valley. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(2), 69-74.
- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. No: 34, Ankara.
- Datta, A. K. (2001). *Handbook of Microwave Technology for Food Application*. CRC Press, USA.

- Ercisli, S. & Orhan, E. (2007). Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry*, 103(4), 1380-1384.
- Ercisli, S. (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51(4), 419-435.
- Ercisli, S., & Orhan, E. (2008). Some physico-chemical characteristics of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes from Northeast Anatolia Region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 116, 41-46.
- Erdoğan, E. (2003). *İspir ve Pazaryolu ilçelerinde yetiştirilen dutların (Morus sp.) seleksiyon yoluyla islahı üzerinde bir araştırma*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Erkaleli, Z. Ö., & Dalkılıç, Z. (2016). Uşak İli Ulubey ilçesinde yetişen kara dutların (*Morus nigra* L.) morfolojik, fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 89-106.
- Evranoz, Ö. (1998). *Gıda Mühendisliği Tasarımı Ders Notları*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Eyduran, S. P., Ercisli, S., Akin, M., Beyhan, O., Geçer, M. K., Eyduran, E., & Erturk, Y. E. (2015). Organic acids, sugars, vitamin c, antioxidant capacity and phenolic compounds in fruits of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry genotypes. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 88(1), 134-138.
- Gecer, M. K., Akin, M., Gündoğdu, M., Eyduran, S. P., Ercisli, S., & Eyduran, E. (2016). Organic acids, sugars, phenolic compounds, and some horticultural characteristics of black and white mulberry accessions from Eastern Anatolia. *Canadian Journal of Plant Science*, 96(1), 27-33.
- Gündoğdu, M., Muradoğlu, F., Sensoy, R. G., & Yılmaz, H. (2011). Determination of fruit chemical properties of *Morus nigra* L., *Morus alba* L. and *Morus rubra* L. by HPLC. *Scientia Horticulturae*, 132, 37-41.
- Gündoğdu, M., Tunçtürk, M., Berk, S., Şekeroğlu, N., & Gezici, S. (2018). Antioxidant capacity and bioactive contents of mulberry species from Eastern Anatolia Region of Turkey. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52, 96-101.
- Güneş, M., & Cekiç, Ç. (2004). Some chemical and physical properties of fruits of different mulberry species commonly grown In Anatolia, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 16(3), 1849-1855.
- Güngör, N., & Sengul, M. (2008). Antioxidant activity, total phenolic content and selected physicochemical properties of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits. *International Journal of Food Properties*, 11(1), 44-52.
- Imran, M., Khan, H., Shah, M., Khan, R., & Khan, F. (2010). Chemical composition and antioxidant activity of certain *Morus* Species. *Journal of Zhejiang University Science B*, 11(12), 973-980.
- Juhaimi, F. A., Özcan, M. M., & Uslu, N. (2017). The effect of microwave and conventional drying on antioxidant activity, phenolic compounds and mineral profile of date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) flesh. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 58-63.
- Koyuncu, F. (2004). Organic acid composition of native black mulberry fruit. *Chemistry of Natural Compounds*, 40(4), 367-369.
- Koyuncu, F., Çetinbas, M., & Erdal, İ. (2014). Nutritional constituents of wild-grown black mulberry (*Morus nigra* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87, 93-96.
- Oliveira, M. E. C., & Franca, A. S. (2002). Microwave heating of foodstuffs. *Journal of Food Engineering*, 53(4), 347-359.
- Pehlivan, M., Kaya, T., Doğru, B., & Bozhüyük, M. R. (2012). *Farklı lokasyon ve hasat zamanlarının kara dutun (Morus nigra L.) bazı meyve özellikleri üzerine etkisi*. IV. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Antalya.
- Rop, O., Ercisli, S., Mlcek, J., Jurikova, T., & Hoza, I., (2014). Antioxidant and radical scavenging activities in fruits of 6 sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 224-232.
- Sanchez, E. M., Calin-Sanchez, A., Carbonell-Barrachina, A. A., Mel-Garejo, P., Hernandez, F., & Martinez-Nicolas, J. J. (2014). Physicochemical characterization of eight Spanish mulberry clones: Processing and fresh market aptitudes. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 477-483.
- Sanchez-Salcedo, E. M., Mena, P., Garcia-Viguera, C., Martinez, J. J., & Hernandez, F. (2015). Phytochemical evaluation of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry fruits, a starting point for the assessment of their beneficial properties. *Journal of Functional Foods*, 12, 399-408.
- Slatnar, A., Klancar, U., Stampar, F., & Veberic, R. (2011). Effect of drying of figs (*Ficus carica* L.) on the contents of sugars, organic acids, and phenolic compounds. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21), 11696-11702.
- Verheij, E. W. M., & Coronel, R. E. (1991). *Plant resources of South-East Asia 2. Edible Fruits and Nuts*. 348, Netherlands.



Araştırma Makalesi

Anaçların 'Deveci' Armudunun Verim Özellikleri Üzerine Etkisi

Ahmet Öztürk 

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

Geliş tarihi (Received): 17.08.2021

Kabul tarihi (Accepted): 18.10.2021

Anahtar kelimeler:

Armut, meyve ağırlığı, meyve sayısı, verim, kümülatif verim

Özet. Modern meyve yetiştiriciliğinde kullanılan anaçlar üzerlerine aşıl原因an çeşitlerin büyüme, verim ve meyve kalitesini farklı şekillerde etkilemektedir. Bu çalışma ile farklı anaçlar (Quince BA-29, Quince MC ve armut çöğürü) üzerine aşıllı Deveci armut çeşidinin 2013-2016 yıllarına ait verim özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada verim özelliklerinden meyve ağırlığı (g), meyve sayısı (adet bitki⁻¹), bitki başına verim (kg bitki⁻¹), gövde kesit alanına verim (kg cm⁻²), taç hacmine verim (kg m⁻³) ve dekara verim (kg da⁻¹) incelenmiştir. İncelenen verim özellikleri üzerine anaçların önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca meyve ağırlığı hariç incelenen diğer özellikler bakımından araştırma yılları arasında da önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır. Meyve verim özellikleri üzerine ayva klon anaçlarının etkisi armut çöğür anacına göre daha yüksek olmuştur. Araştırmada meyve ağırlığı (g), bitki başına verim (kg bitki⁻¹) ve dekara verimin (kg da⁻¹) BA-29 ayva klon anacında en yüksek, armut çöğür anacında ise en düşük olduğu belirlenmiştir. Gövde kesit alanına verim (kg cm⁻²) ve taç hacmine verimin (kg m⁻³) MC ayva klon anacı üzerine aşıllı bitkilerde yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda incelenen anaçlarla ilgili araştırmanın daha uzun süre devam ettirilerek kıyaslanması tavsiye olunmaktadır.

*Sorumlu yazar

ozturka@omu.edu.tr

The Influence of Rootstocks on Yield Characteristics of 'Deveci' Pear

Keywords:

Pear, fruit weight, fruit number, yield, cumulative yield

Abstract. Rootstocks used in modern fruit growing affect the growth, yield and fruit quality of the cultivar grafted on them in different affects. This study was aimed to determine the effect of 'Deveci' pear cultivar grafted on different rootstocks (Quince BA-29, Quince MC and pear seedlings) on the yield characteristics among the 2013-2016 years. The fruit weight (g), fruit number (pieces plant⁻¹), yield per plant (kg plant⁻¹), yield per stem cross-sectional area (kg cm⁻²), yield per crown volume (kg m⁻³) and yield per decare (kg da⁻¹) were examined as yield characteristics in the study. Rootstocks have significantly effects on the examined yield characteristics. In addition, there were significant differences between the research years in terms of other examined yield characteristics except for fruit weight. The effect of the quince clonal rootstocks on fruit yield characteristics was higher than that of the pear seedling rootstock. In the study, the fruit weight (g), yield per plant (kg plant⁻¹) and yield per decare (kg da⁻¹) were highest in the BA-29 quince clonal rootstock and the lowest in the pear seedling rootstock. The yield efficiency (kg cm⁻²) and yield per crown volume (kg m⁻³) were higher in the plants grafted on the MC rootstock. As a result of the study, it is recommended that the research related to the rootstocks examined is continued for a longer period and compared.

GİRİŞ

Armut ılıman iklim meyve türleri içerisinde elmadan sonra Dünyada en çok üretilen ve tüketilen yumuşak çekirdekli meyve türüdür (Özçağırın ve ark., 2005). Türkiye'de, elmadan sonra en fazla üretilen yumuşak çekirdekli meyve türü olan armut ülkemizin hemen hemen her yerinde yetiştirilmektedir. Türkiye'de ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan en yaygın armut türü *P. communis* olup *Pyrus pyrifolia* da yetiştirilmektedir (Ercişli, 2004; Özçağırın ve ark., 2005).

Ticari armut üretiminde vejetatif olarak çoğaltılan çeşitli ayva ve armut klon anaçları ile generatif armut anaçları kullanılmaktadır. Meyve yetiştiriciliğinde anaçlar üzerlerine aşılana çeşidin büyüme ve gelişmesi yanında meyve irilik ve kalitesini de önemli derecede etkilemektedir (Webster, 1998; Jackson, 2003). Armut üretiminde meyve kalitesini artırmaları yanında, verimde erkencilik sağlamaları, budama, ilaçlama ve hasat gibi kültürel işlemlerin kolay yapılması ve ağaç büyüklüğünü çöğür anaçlara göre küçültmesi nedeniyle ayva ve armut klon anaçlarının kullanımı önerilmektedir (Bell ve ark., 1996; Stern ve Doron, 2009; Francescato ve ark., 2010). Bu anaçlar içerisinde genellikle armut klon ve çöğür anaçları ayva klon anaçlarına göre daha güçlü bir gelişme göstermekte olup dikim mesafeleri daha geniştir (Bell ve ark., 1996; Özçağırın ve ark., 2005; Hancock ve Lobos, 2008). Ayrıca çöğür anaçları kuvvetli büyümenin yanında verime yatma yaşını geciktirmekte ve bazen de periyodisiteye neden olabilmektedir (Özçağırın ve ark., 2005). Dünya armut üretiminde birim alana daha yüksek verim alan Arjantin, A.B.D, Şili, Hollanda, Belçika ve İtalya gibi ülkelerde ticari armut bahçeleri genellikle *Pyrus* ve *Cydonia* klon anaçlarına aşıllı armut çeşitlerine ait fidanlar ile kurulmaktadır. Armut ağaçlarında aşırı büyümeyi kontrol etmek, verimin erkenciliği ve her yıl düzenli verim almak amacıyla özellikle *Pyrus communis* çeşitlerinde armut klonları ile farklı bir cinsten olan ayva klonları (*Cydonia oblonga* L.) anaç olarak kullanılmaktadır (Browning ve Watkins, 1991; Webster, 2002; Jackson 2003; Francescato ve ark., 2010).

Ülkemizde yaklaşık 23.2 milyon ton olan meyve üretiminin yaklaşık 5.1 milyon tonunu yumuşak çekirdekli meyve türleri oluşturmaktadır. Yumuşak çekirdekli meyve türleri içerisinde 545.569 tonluk üretim ile armut %10.7'lik paya sahiptir (TÜİK, 2021). 2019 yılı FAO verilerine göre yaklaşık 1.4 milyon hektarlık alanda 23.9 milyon ton olan Dünya armut üretiminde Türkiye 530.723 tonluk armut üretimi ve bu üretimdeki %2.2'lik pay ile Çin, Arjantin ve A.B.D'den sonra 4. sırada yer alan önemli bir üretici ülke konumundadır (FAO, 2021). Türkiye'de armut üretiminde yaygın olarak kullanılan "Deveci", "Santa Maria" ve "Williams" gibi çeşitlerle Türkiye'de armut üretimi her geçen yıl artmaktadır. Türkiye armut üretiminin yaklaşık %20'sini oluşturan 'Deveci' armut çeşidi, Anadolu menşeli, yüksek meyve kalitesi, üretim ve depolama kapasitesiyle Türkiye'de son yıllarda popülerlik kazanan kışlık en iyi armut çeşitlerindedir. 'Deveci' çeşidi yüksek meyve kalitesi ve uzun süreli muhafazaya uygunluğu dolayısıyla ihracatta önemli pay alan ve getirisi yüksek bir çeşittir.

Meyve ağaçlarının vejetatif büyümesinin, meyve veriminin, dikim sıklığının ve bahçe yönetiminin kontrolünü sağlanmasında en önemli stratejilerden birisi de doğru anaç seçimidir (Webster, 2002). Ülkemiz armut üretiminde önemli bir yeri olan 'Deveci' armudunun meyve verim ve kalitesinin artırılmasında uygun anaç seçimi hem üreticilerin maksimum gelir elde etmeleri hem de tüketicilerin kaliteli ürün tüketebilmeleri açısından oldukça önem arz etmektedir. Ayrıca bu çeşitte uygun yetiştirme tekniği ve anaç seçimi yapılmadığında istenilmeyen irilikte meyveler (aşırı iri ya da çok küçük) ve kabuk pürüzlülüğü ile verimde azalmalar meydana gelmektedir.

Bu çalışmanın amacı, 'Deveci' armut çeşidinin meyve verim özellikleri üzerine farklı anaçların etkilerini ortaya koymak ve yetiştiricilik için uygun anaç belirlemektir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırma BA-29 ve MC ayva klon anaçları ile armut çöğür anaçları üzerine aşıllı Deveci çeşidine ait 1 yaşlı fidanlarla 2010 yılında kurulan üretici bahçesinde (41°22' K; 36°10' D; rakım 182 m) 2013-2016 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü Samsun ili yazları sıcak ve nemli, kışları ise serin bir iklime sahiptir. Yağışlar en çok sonbaharın sonlarında ve kışın başlarında görülür. Samsun'un uzun yıllar iklim verilerine göre ortalama maksimum sıcaklık 26,2°C; ortalama minimum sıcaklık 3.3°C ve ortalama yıllık sıcaklık 14.1°C'dir (MGM, 2021). Araştırma arazisinde 20cm den alınan toprak örneklerinde yapılan toprak analizine göre deneme alanı toprağı %83 kil, düşük kireç (%0.50), tuzsuz (%0.105), pH (6.6), fosfor (63.2 kg da⁻¹), potasyum (236 kg da⁻¹) ve yüksek organik madde (%5.76) içeriğine sahiptir.

Yöntem

Araştırmada BA-29 ve MC ayva (*Cydonia oblonga*) ve yerel yabani armut genotipinden (*Pyrus communis* L.) elde edilen çöğür anaç üzerine aşılı 'Deveci' çeşidine ait 1 yaşlı fidanlar kullanılmıştır. BA-29 ve MC anaçları üzerine aşılı fidanlar 3.5 m x 1.2 m (238 ağaç da⁻¹), çöğür üzerine aşılı fidanlar 4 m x 4 m aralıklarla (62 ağaç da⁻¹) dikilmiş olup fidanlar modifiye lider sisteme göre budanmışlardır. Ayva anaçlarına aşılana bitkiler, destek sistemine 0.5, 1.0 ve 1.5 m'de üç telden bağlandı, çöğürlere destek sistemi uygulanmadı. Ağaçlar her yıl düzenli olarak budanmışlardır. Sulama damla sulama sisteminde basınç dengeleyici damlatıcılar ile 1.20 m aralıklarla sıra başına bir boru olacak şekilde sıralar boyunca yerleştirilmiştir. Bitkinin su ihtiyacına göre bir hafta aralıklarla sulama yapılmıştır. Bitkilere NPK içerikli gübreler bitkilerin gelişimine bağlı olarak (yılıda 40N – 10P₂O₅–60K₂O'ya kadar) sulama sistemiyle uygulanmıştır. Yabancı ot kontrolü düzenli olarak yapılmıştır.

Araştırmada her bir anaca ait her ağaçtaki meyveler sayılarak bitki başına meyve sayısı belirlenmiştir. Her tekerrürde ağaçların iyi güneş gören kısımlarından rastgele 30 meyve örneği toplanmış ve bu meyvelerin ağırlığı 0.01 g'a duyarlı dijital terazi ile (CAMRY L-500) belirlenmiştir. Anaçlara göre her tekerrürdeki bitkilerin dijital kumpasla (Mitutoyo CD-20CPX) aşu noktasından 20 cm yukarıdan gövde çapı (mm) ölçülerek gövde kesit alanı (cm²); taç yüksekliği (m), taç eni (m) ve taç boyu (m) ölçülerek taç hacmi (m³) hesaplanmıştır (Kosina, 2003; Stern ve Doron, 2009). Araştırmada meyve ağırlığı (g), bitki başına meyve sayısı (adet bitki⁻¹), bitki başına verim (kg bitki⁻¹), gövde kesit alanına düşen verim (kg cm⁻²), taç hacmine düşen verim (kg m⁻³) ve dekara verim (kg da⁻¹) belirlenmiştir (Kosina, 2003; Stern ve Doron, 2009; İkinci ve ark., 2014; Pasa ve ark., 2017).

Araştırma 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 ağaç olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Elde edilen veriler IBM SPSS 21.0 programı (SPSS Inc. Chicago, ABD) kullanılarak analiz edilmiş, ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile %5 (p>0.05) olasılık düzeyine göre belirtilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

'Deveci' armudunda farklı anaçların meyve ağırlığı üzerine olan etkisi Çizelge 1'de verilmiştir. Meyve ağırlığı BA-29 anaç üzerine aşılana bitkilerde en yüksek (258.56 g) iken, bunu MC (176.66 g) ve Çöğür (145.51 g) anaçları takip etmiştir. Araştırma yıllarında 2016 yılı dışında anaçlar arasında meyve ağırlığı bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Araştırma yılları arasında meyve ağırlığı bakımından farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 1). BA-29 üzerine aşılı 'Deveci' çeşidinde meyve ağırlığının Erdem ve Öztürk (2012) 241.0-243.8 g, Küçüker ve ark. (2015) 241.0-282.8 g, Uysal ve ark. (2015) 277.10-296.58 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. 'Forelle' armut çeşidinin meyve ağırlığı üzerine kullanılan anaçların etkisinin önemli olduğu ve Quince A ayva klon anaç üzerine aşılı bitkilerin meyve ağırlığının diğer anaçlardan daha yüksek olduğu bildirilmiştir (du Plooy ve van Huyssteen, 2000). Cabrera ve ark. (2015) farklı anaçlar üzerine aşılı 'Williams' armut çeşidinde anaçların meyve ağırlığı üzerine etki ettiğini, meyve ağırlığının BA-29 üzerinde diğer anaçlardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Farklı anaçlar üzerine aşılı 'Conference' armut çeşidinde meyve ağırlığı üzerine anaçları etkisinin önemli olduğu ve meyve ağırlığının 151.1-207.9 g arasında değiştiği vurgulanmıştır (Iglesias ve Asin, 2005). 'Shahmiveh' armut çeşidinde en yüksek meyve ağırlığını BA-29 ayva klon anaç üzerine aşılı bitkilerden elde ettiğini bildiren Askari-Khorosgani ve ark. (2019) meyve ağırlığı üzerine anaçların etkisinin önemli olduğunu vurgulamıştır. Belirtilen çalışmalardan da görüleceği üzere anaçların üzerine aşılana çeşidin meyve ağırlığını etkilediği görülmektedir. Bu etkinin anaçın büyüme gücü, çeşidin genetik yapısı ve yetiştirme koşullarından da kaynaklanabileceğini söyleyebiliriz. Nitekim yapılan çalışmalarda diğer meyve türlerinde de olduğu gibi armut yetiştiriciliğinde kullanılan anaçların da meyve ağırlığı üzerine etki ettiği bildirilmektedir (Jackson, 2003; Kosina, 2003; Urbina ve ark., 2003; Iglesias ve Asin, 2005; Stern ve Doron, 2009; Iglesias ve Asin, 2011; Öztürk ve Öztürk, 2014; Pasa ve ark., 2017; Askari-Khorosgani ve ark., 2019; Meszaros ve ark., 2019). Araştırmadan meyve ağırlığı ile ilgili elde edilen sonuçların önceki çalışmalarla uyumlu olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 1. Farklı anaçların 'Deveci' armut çeşidinde meyve ağırlığı (g) üzerine etkileri.

Table 1. The effect of rootstocks on fruit weight (g) of 'Deveci' pear cultivar.

Anaçlar	Yıllar				Ortalama
	2013	2014	2015	2016	
BA-29	319.18 a	255.77 a	252.13 a	207.17 a	258.56 a*
MC	137.48 b	186.40 b	196.37 ab	186.40 a	176.66 b
Çöğür	125.20 b	121.70 c	165.67 b	169.47 a	145.51 c
Ortalama	193.95 a**	187.96 a	204.72 a	187.68 a	

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen anaç ortalamaları arasındaki fark önemli değildir (P>0.05).

** : Aynı satırda aynı harfle gösterilen yıl ortalamaları arasındaki fark önemli değildir (P>0.05).

Farklı anaçların 'Deveci' armudunda bitki başına meyve sayısı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bitki başına ortalama meyve sayısının ayva anaçlarında armut çöğür anacından daha yüksek olduğu saptanmış olup en yüksek meyve sayısı MC ve BA-29 (25.83 adet ve 25.25 adet) anaçları üzerine aşıllı bitkilerden, en düşük ise çöğür üzerine aşıllı bitkilerden (12.25 adet) elde edilmiştir. Araştırma yılları arasında da bitki başına meyve sayısı bakımından farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada kümülatif meyve sayısının MC ve BA-29 (103.3 adet bitki⁻¹ ve 101.0 adet bitki⁻¹) anaçları üzerine aşıllı bitkilerde çöğür (49.0 adet bitki⁻¹) üzerine aşılanandan daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Deneme süresince yıllara ve anaçlara göre değişimle birlikte bitki başına meyve sayısında artış meydana gelmiştir. Araştırmada meyve sayısının az olduğu ilk yıllarda meyve ağırlığının daha yüksek olduğu, meyve sayısındaki artışa bağlı olarak meyve ağırlığının da azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 1). BA-29 üzerine aşıllı 'Rocha' armut çeşidinde bitki başına meyve sayısının yıllara göre değiştiğini bildiren Sete ve ark. (2019) bitki başına ortalama meyve sayısının araştırmanın ilk yılında 28-33 adet, son yılında ise 28-66 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar bitki başına meyve sayısının üretim yıllarına göre arttığını, meyve sayısındaki artışa paralel olarak yıllara göre ortalama meyve ağırlığının da azaldığını vurgulamışlardır. Meyve sayısındaki artışa bağlı olarak meyve ağırlığında meydana gelen azalmayı bitkinin depoladığı besin maddelerinin bitki üzerindeki meyveleri beslemek için harcama kapasitesine bağlanabilir. Bodur anaçlarda vejetatif ve generatif gelişme kuvvetli anaçlara göre daha dengede olmaktadır (Jackson, 2003; Pasa ve ark., 2017). Bu dengeden dolayı bitki depo maddelerini öncelikle üzerindeki açan çiçeklerin meyve bağlamasına ve bunlardan oluşan meyvelerin beslenmesine harcamaktadır. Dolayısıyla meyve sayısında meydana gelen artışın bitkinin gelişme gücüne bağlı olarak harcanan depo maddelerinin sınırlı olması nedeniyle meyve ağırlığında azalmaya neden olabileceği söylenebilir.

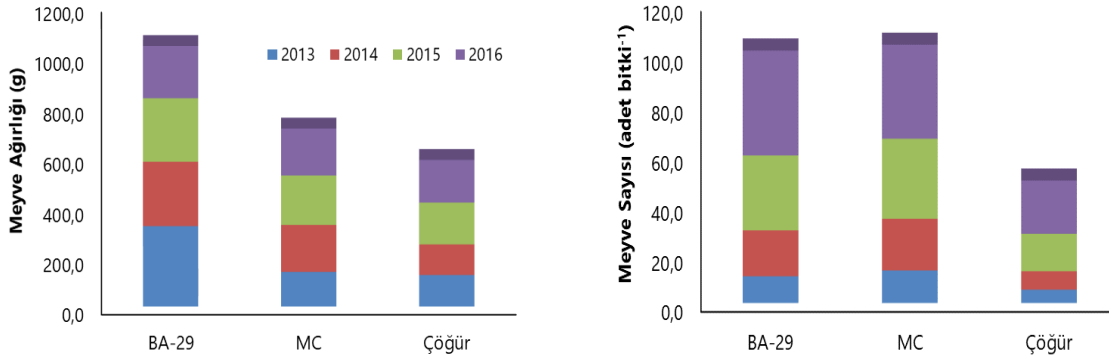
Çizelge 2. Farklı anaçların 'Deveci' armut çeşidinde bitki başına meyve sayısı (adet bitki⁻¹) üzerine etkileri.

Table 2. The effect of rootstocks on fruit number per plant (number plant⁻¹) of 'Deveci' pear cultivar.

Anaçlar	Yıllar				Ortalama	Kümülatif meyve sayısı (adet bitki ⁻¹)
	2013	2014	2015	2016		
BA-29	10.67 b	18.33 a	30.00 a	42.00 a	25.25 a	101.0 a*
MC	13.00 a	20.67 a	32.00 a	37.66 a	25.83 a	103.3 a
Çöğür	5.33 c	7.33 b	15.00 b	21.33 b	12.25 b	49.0 b
Ortalama	9.67 d**	15.44 c	25.67 b	33.67 a		

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen anaç ortalamaları arasındaki fark önemli değildir (P>0.05).

** : Aynı satırda aynı harfle gösterilen yıl ortalamaları arasındaki fark önemli değildir (P>0.05).



Şekil 1. 'Deveci' armut çeşidinde meyve ağırlığı (g) ve meyve sayısının (adet bitki⁻¹) anaçlara ve yıllara göre değişimi.

Figure 1. Variation of fruit weight (g) and fruit number (number plant⁻¹) according to rootstocks and years in 'Deveci' pear cultivar.

Araştırmada en yüksek bitki başına ortalama meyve verimi BA-29 anacı üzerine aşıllı bitkilerden (6.09 kg bitki⁻¹), en düşük ise çöğür (1.92 kg bitki⁻¹) üzerine aşıllı bitkilerden elde edildiği tespit edilmiştir. Araştırma yılları arasında bitki başına verim bakımından farklılıkların olduğu, en yüksek bitki başına verimin 2016 yılında elde edildiği saptanmıştır. Bitki başına kümülatif verim üzerine anaçların önemli etkisinin olduğu saptanmış olup en yüksek bitki başına kümülatif verim BA-29 ayva klon anacı üzerine aşıllı bitkilerden (24.36 kg bitki⁻¹) en düşük ise armut çöğür anacı üzerine aşıllı bitkilerden (7.67 kg bitki⁻¹) elde edilmiştir (Çizelge 3).

Araştırmada bitki başına verim ve bitki başına kümülatif verim bitki başına meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığıyla doğrudan ilişkili olarak değişmiştir. En yüksek bitki başına verim ve kümülatif verimin elde edildiği anaç üzerine aşıllı bitkilerde ortalama meyve ağırlığının (Çizelge 1) ve bitki başına meyve sayısının da (Çizelge 2) yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. 'Deveci' armut çeşidinde anaçların bitki başına verim (kg bitki⁻¹) üzerine etkileri.Table 3. The effect of rootstocks on yield per plant (kg plant⁻¹) of 'Devecei' pear cultivar.

Anaçlar	Yıllar				Ortalama	Kümülatif verim (kg bitki ⁻¹)
	2013	2014	2015	2016		
BA-29	3.40 a	4.69 a	7.58 a	8.68 a	6.09 a	24.36 a*
MC	1.79 b	3.81 b	6.29 a	7.01 b	4.73 b	18.91 b
Çöğür	0.67 c	0.90 c	2.49 b	3.61 c	1.92 c	7.67 c
Ortalama	1.95 d**	3.13 c	5.46 b	6.43 a		

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen anaç ortalamaları arasındaki fark önemli değildir (P>0.05).

**: Aynı satırda aynı harfle gösterilen yıl ortalamaları arasındaki fark önemli değildir (P>0.05).

Bitki başına verimin BA29 üzerine aşılı 'Deveci' armut çeşidinde 5920.0-6313.0 g (Erdem ve Öztürk, 2012), 5420.0-7782.0 g (Küçükler ve ark., 2015) arasında değiştiği bildirilmiştir. Araştırma yıllarına ve yapılan uygulamalara bağlı olarak bitki başına meyve veriminin değiştiğini vurgulayan Uysal ve ark. (2015) BA-29 üzerine aşılı 'Deveci' armut çeşidinde bitki başına verimin 2010 yılında 5252.0-7150.0 g, 2011 yılında 10954.0-12778.0 g arasında olduğunu saptamışlardır. BP1, BP3 armut ve Quince A ayva klon anacı üzerine aşılı 'Forelle' armut çeşidinde bitki başına verimin ayva klon anacında en yüksek olduğu, bitki başına kümülatif verimin 3.7-24.4 kg ağaç⁻¹ olduğu belirlenmiştir (du Plooy ve van Huyssteen, 2000). Farklı anaçlar üzerine aşılı 'Williams' armut çeşidinde bitki başına verimin yıllara ve anaçlara göre, bitki başına kümülatif verimin de anaçlara göre değişim gösterdiği tespit edilmiş olup OHxF333 anacının kümülatif veriminin diğer anaçlardan daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Urbina ve ark., 2003). Stern ve Doron (2009) farkı ayva ve armut anaçları üzerine aşılı 'Coscia' armut çeşidinde bitki başına verim ve bitki başına kümülatif verim üzerine anaçların etkisinin önemli olduğunu bildirmiş olup bitki başına kümülatif verimin 16.8-61.6 kg ağaç⁻¹ olduğunu belirlemişlerdir. Cabrera ve ark. (2015) 'Williams' armudunda 2003-2013 yılları arasındaki ortalama ağaç başına verimin 64-134 kg arasında değiştiğini ve bitki başına en yüksek verimin BA-29 ayva klon anacından elde edildiğini bildirmişlerdir. Farklı ayva ve armut anaçları üzerine aşılı 'Santa Maria' armut çeşidinde bitki başına verimin araştırmanın ilk yıllarında ayva klonlarında daha yüksek, ilerleyen yıllarında ise armut çöğür anacında daha yüksek olduğu vurgulanmıştır (İkinci ve ark., 2014). Meszaros ve ark. (2019) 'Alexander Lucas', 'Conference' ve 'Red Bartlett' armut çeşitlerinde bitki başına verim ile bitki başına kümülatif verimin hem anaçlara hem de çeşitlere göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Farklı ayva ve armut anaçları üzerine aşılı 'Shahmiveh' armut çeşidinde bitki başına verim üzerine anaçların ve araştırma yıllarının etkisinin önemli olduğunu vurgulayan Askari-Khorosgani ve ark. (2019) bitki başına en yüksek verimin BA-29 (41.3 kg) ve Quince A (39.6 kg) anaçlarından elde edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçları benzer konularda yapılan diğer çalışmalar ile (Urbina ve ark., 2003; Iglesias ve Asin, 2005; Stern ve Doron, 2009; İkinci ve ark., 2014; Askari-Khorosgani ve ark., 2019) uyumlu olduğu, ortaya çıkan farklılıkların ise kullanılan anaç, çeşit ve ekolojiden kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırmada değişik anaçların 'Deveci' armut çeşidinin gövde kesit alanına düşen verim üzerine önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. En yüksek gövde kesit alanına düşen verim MC ayva klon anacı üzerine aşılana bitkilerde (0.69 kg cm⁻²) tespit edilirken, en düşük ise armut çöğür anacı üzerine aşılı bitkilerde (0.22 kg cm⁻²) tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. 'Deveci' armut çeşidinde anaçların gövde kesit alanına verim (kg cm⁻²) üzerine etkileri.Table 4. The effect of rootstocks on yield per plant cross sectional area (kg cm⁻²) of 'Devecei' pear cultivar.

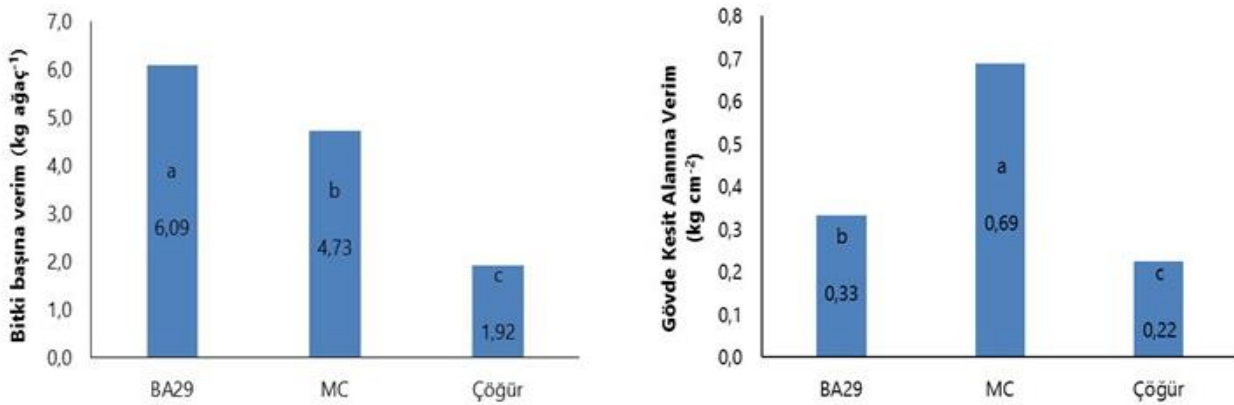
Anaçlar	Yıllar				Ortalama	Kümülatif gövde kesit alanına verim (kg cm ⁻²)
	2013	2014	2015	2016		
BA-29	0.25 a	0.26 b	0.47 b	0.34 b	0.33 b	1.33 b*
MC	0.33 a	0.62 b	0.91 a	0.90 a	0.69 a	2.75 a
Çöğür	0.16 a	0.12 a	0.30 b	0.32 b	0.22 c	0.90 c
Ortalama	0.25 b**	0.33 b	0.56 a	0.52 a		

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen anaç ortalamaları arasındaki fark önemli değildir (P>0.05).

**: Aynı satırda aynı harfle gösterilen yıl ortalamaları arasındaki fark önemli değildir (P>0.05).

Araştırma yılları arasında gövde kesit alanına düşen verim bakımından farklılıklar tespit edilmiş olup 2015 ve 2016 yılı verimlerinin 2013 ve 2014 yılı verimlerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Araştırmada gövde kesit alanına düşen kümülatif verimin MC ayva klon anacı üzerine aşılı bitkilerde en yüksek (2.75 kg cm⁻²), armut çöğür anacı üzerine aşılı bitkilerde ise en düşük (0.90 kg cm⁻²) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Gövde kesit alanına düşen verim üzerine anaçların etkisinin önemli olduğu yapılan benzer çalışmalarda vurgulanmıştır (du Plooy ve van Huyssteen, 2000; Urbina ve ark., 2003; Iglesias ve Asin, 2005; Stern ve Doron, 2009; Pasa ve ark., 2017; Askari-

Khorosgani ve ark., 2019). Farklı anaçlar üzerine aşılı 'Forelle' armut çeşidinin gövde kesit alanına düşen verimi üzerine kullanılan anaçların etkisinin önemli olduğu ve Quince A ayva klon anacı üzerine aşılı bitkilerin gövde kesit alanına düşen verimlerinin armut anaçlarından daha yüksek olduğu bildirilmiştir (du Plooy ve van Huyssteen, 2000). Ayva ve armut klon anaçları ile armut çöğür anacı üzerine aşılı 'Conference' armut çeşidinde gövde kesit alanına düşen verim üzerine anaçların etkisinin önemli olduğunu vurgulayan Iglesias ve Asin, (2005) gövde kesit alanına düşen verimin en yüksek EMC anacından elde edildiğini bildirmiştir. Ayva ve armut anaçları üzerine aşılı 'Coscia' armut çeşidinde gövde kesit alanına düşen verimin $0.83-1.45 \text{ kg cm}^{-2}$ arasında değiştiğini bildiren Stern ve Doron (2009) armut anaçlarına göre ayva anaçlarının gövde kesit alanına düşen verimlerinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Pasa ve ark., (2017) farklı ayva klon anaçları üzerine aşılı 'Carrick' armut çeşidinde yıllara göre değişmekle birlikte gövde kesit alanına düşen verimin $0.014-0.156 \text{ kg cm}^{-2}$ olduğunu bildirmiş olup kümülatif gövde kesit alanına düşen verimin MC ve Portugal anaçlarında en yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Farklı anaçlar üzerine aşılı 'Shahmiveh' armut çeşidinde gövde kesit alanına düşen verimin $0.1-3.0 \text{ kg cm}^{-2}$ arasında değiştiği bildirilmiştir (Askari-Khorosgani ve ark., 2019). 'Alexander Lucas', 'Conference' ve 'Red Bartlett' armut çeşitlerinde gövde kesit alanına düşen verimin araştırma yılı, anaç ve çeşitlere göre farklılık gösterdiğini bildiren Meszaros ve ark. (2019) armut anaçlarına göre ayva anaçlarının gövde kesit alanına düşen verimlerinin daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Araştırmamızda ayva anaçlarının gövde kesit alanına düşen veriminin armut çöğür anacından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ayva klon anaçları içerisinde de en zayıf (bodur) gelişme gösteren MC anacının BA-29 ayva klon anacından daha yüksek gövde kesit alanına sahip olduğu saptanmıştır. Araştırmada bitki başına verim ile gövde kesit alanına düşen verimin ters orantılı olarak değiştiği saptanmıştır. Anacın gelişme kuvvetine (gövde kesit alanına) bağlı olarak bitki başına verimin yüksek olduğu anaçlarda gövde kesit alanına düşen verimin düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Bu durum anaçların gelişme kuvvetlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Jackson, 2003). Nitekim Pasa ve ark. (2017) daha zayıf gelişme gücüne sahip olan MC ve Portugal anaçlarının kuvvetli gelişme gösteren anaçlara göre gövde kesit alanlarının düşük ancak gövde kesit alanlarına düşen verimlerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde 'Conference' ve 'Doyenne du Comice' armut çeşitlerinde gövde kesit alanına düşen en yüksek verim zayıf gelişen MC anacı üzerinde tespit edilmiştir (Maas, 2008). Bu etkilerin anaçların vejetatif gelişme ve verim arasındaki rekabette meydana gelen azalma ile açıklanabileceği ifade edilmiştir (Smith ve Smach, 2013). Meyvelerin sürgünlere göre daha fazla besin tükettiği göz önüne alınırsa bodur anaçların üzerindeki meyveler gelişmeyi de zayıflatmakta ve bu sayede sürgün gelişmesi de zayıf olmaktadır. Bu durum bitkinin üretmiş olduğu besin rezervini artırmakta buda meyve tutumu artırmaktadır (Pasa ve ark., 2017). Buna ilave olarak bodur bir anaç, meyve ile vejetatif büyümenin daha az rekabetine neden olacak ve iklim koşullarının olumsuzluklarını ortadan kaldırmak için karbonhidrat rezervini artırmaya çalışacaktır. Araştırmadan elde edilen sonuçların benzer konularda yapılan önceki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 2. 'Deveci' armut çeşidinde bitki başına verim (kg bitki^{-1}) ve gövde kesit alanına düşen verimin (kg cm^{-2}) anaçlara ve yıllara göre değişimi.

Figure 2. Variation of yield per plant (kg plant^{-1}) and yield per stem cross-sectional area (kg cm^{-2}) in 'Deveci' pear variety by rootstocks and years.

Farklı anaçların 'Deveci' armut çeşidinin taç hacmine düşen verim üzerine istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. En yüksek taç hacmine düşen verim MC ayva klon anacı üzerine aşılanan bitkilerde (7.22 kg cm^{-3}) tespit edilirken, en düşük ise armut çöğür anacı ve BA-29 ayva klon anacı üzerine aşılı bitkilerde (2.14 kg cm^{-3} ve 2.74 kg cm^{-3}) tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. 'Deveci' armut çeşidinde anaçların taç hacmine düşen verim (kg m^{-3}) üzerine etkileri.
 Table 5. The effect of rootstocks on yield per canopy volume (kg m^{-3}) of 'Deveci' pear cultivar.

Anaçlar	Yıllar				Ortalama	Kümülatif Taç Hacmine Verim (kg m^{-3})
	2013	2014	2015	2016		
BA-29	1.86 b	2.37 b	3.49 b	3.22 b	2.74 b	10.94 b*
MC	3.83 a	7.60 b	7.91 a	9.56 a	7.22 a	28.91 a
Çöğür	1.10 b	1.05 a	2.74 b	3.67 b	2.14 b	8.56 b
Ortalama	2.26 c**	3.67 b	4.71 ab	5.48 a		

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen anaç ortalamaları arasındaki fark önemli değildir ($P>0.05$).

** : Aynı satırda aynı harfle gösterilen yıl ortalamaları arasındaki fark önemli değildir ($P>0.05$).

Araştırma yılları arasında taç hacmine düşen verim bakımından farklılıklar tespit edilmiş olup 2016 yılı taç hacmine verimin en yüksek (5.48 kg cm^{-3}), 2013 yılı veriminin ise en düşük (2.26 kg cm^{-3}) olduğu saptanmıştır. Araştırmada taç hacmine düşen kümülatif verimin MC ayva klon anacı üzerine aşıllı bitkilerde (28.91 kg cm^{-3}) armut çöğür anacı ve BA-29 ayva klon anacı üzerine aşıllı bitkilerden (8.56 kg cm^{-3} ve 10.94 kg cm^{-3}) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Araştırmada büyüme gücü daha zayıf olan MC anacını taç hacmini diğer anaçlara göre daha küçük olduğu gözlemlenmiştir. Her ne kadar bitki başına verim MC anacında BA-29 anacına göre düşük olsa da taç hacminin küçük olması dolayısıyla birim taç hacmine verim bu anaçta en yüksek olmuştur.

Araştırmada değişik anaçların 'Deveci' armut çeşidinde dekara verim üzerine önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. En yüksek dekara verim BA-29 ayva klon anacı üzerine aşıllı bitkilerden ($733.85 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilirken, en düşük ise armut çöğür anacı üzerine aşıllı bitkilerden ($118.88 \text{ kg da}^{-1}$) elde edilmiştir. Araştırma yılları arasında dekara verim bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek dekara verim 2014 yılında ($693.28 \text{ kg da}^{-1}$), en düşük ise 2015 yılında ($338.34 \text{ kg da}^{-1}$) belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. 'Deveci' armut çeşidinde anaçların dekara verim (kg da^{-1}) üzerine etkileri.
 Table 6. The effect of rootstocks on yield per decare (kg da^{-1}) of 'Deveci' pear cultivar.

Anaçlar	Yıllar				Ortalama	Kümülatif verim (kg da^{-1})
	2013	2014	2015	2016		
BA-29	810.26 a	1.116.86 a	470.12 a	538.15 a	733.85 a	2.935.40 a*
MC	425.46 b	907.40 b	390.25 a	434.51 b	539.41 b	2.160.34 b
Çöğür	41.36 c	55.59 c	154.64 b	223.91 c	118.88 c	475.50 c
Ortalama	425.69 b**	693.28 a	338.34 c	398.86 b		

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen anaç ortalamaları arasındaki fark önemli değildir ($P>0.05$).

** : Aynı satırda aynı harfle gösterilen yıl ortalamaları arasındaki fark önemli değildir ($P>0.05$).

Araştırmada kümülatif verimin (kg da^{-1}) BA-29 ayva klon anacı üzerine aşıllı bitkilerde en yüksek ($2935.40 \text{ kg da}^{-1}$), armut çöğür anacı üzerine aşıllı bitkilerde ise en düşük ($475.50 \text{ kg da}^{-1}$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 6). 'Forelle' armut çeşidinin verimi üzerine kullanılan anaçların ve üretim yıllarının etkisinin olduğu belirlenmiş ve hektara kümülatif verimin 5.4-69.7 ton olduğu saptanmıştır (du Plooy ve van Huyssteen, 2000). Ayva klon anaçları üzerine aşıllı 'Carrick' armut çeşidinde verimin anaçlara göre değiştiğini ifade eden Pasa ve ark. (2017) verimin 40-62 ton ha^{-1} olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde BA-29 üzerine aşıllı 'Rocha' armut çeşidinde verimin üretim yıllarına göre değiştiğini bildiren Sete ve ark. (2019) verimin 11.9-16.3 ton ha^{-1} olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı anaçlar üzerine aşıllı 'Santa Maria' armut çeşidinde hektara verimin en yüksek BA-29 ve MC anaçlarından en düşük ise armut çöğür anacından elde edildiğini bildiren İkinci ve ark. (2014) ayva anaçlarının veriminin armut çöğür anacından daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Araştırmamızda BA-29 üzerine aşıllı bitkilerin dekara veriminin diğer anaçlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durum ayva anaçlarının armut çöğür anacına göre verime daha erken başlamaları (Jackson, 2003) ve dikimi takip eden ilk yıllarda daha hızlı gelişme göstermeleri (Öztürk ve Öztürk, 2014), su ve besin maddelerinden daha iyi yararlanmalarından kaynaklanabilir. Nitekim BA29 ayva klon anacı üzerine aşıllanan bitkilerin meyve veriminin diğer anaçlardan daha yüksek olmasını anacın su ve besin maddelerini alma potansiyelinin diğer anaçlardan daha yüksek olmasına bağlı olduğu ifade edilmiştir (Askari-Khorosgani ve ark. (2019). Araştırmadan elde edilen sonuçlar ile önceki çalışmaların sonuçlarının uyumlu olduğu, ortaya çıkan farklılıkların, anaç, çeşit, yetiştirme tekniği ve ekolojik farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

SONUÇ

Farklı anaçların 'Deveci' armut çeşidinin meyve verim özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmada anaçların verim özellikleri üzerine önemli etkisinin olduğu saptanmıştır. Araştırmada meyve ağırlığı (g), bitki başına

kümülatif meyve sayısı (adet bitki⁻¹), bitki başına verim (kg bitki⁻¹), ve dekara verim (kg da⁻¹) BA-29 ayva klon anacında en yüksek iken gövde kesit alanına verim (kg cm⁻²) ve taç hacmine verimin (kg m⁻³) MC ayva klon anacı üzerine aşılı bitkilerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü 2013-2016 yılları arasında armut çöğür anacı üzerine aşılı bitkilerin verim özelliklerinin ayva anaçlarından daha düşük olduğu saptanmıştır. Özellikle dekara verimin BA-29 ayva klon anacında diğer anaçlardan daha yüksek olması dolayısıyla üreticinin elde edecek olduğu gelirden yüksek olacaktır. Gövde kesit alanına verimin yüksek olduğu MC anacı daha sık dikim bahçeler için önerilebilir. Araştırmanın yürütüldüğü süreler içerisinde ayva anaçlarından BA-29'un verim özellikleri bakımından daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca araştırmanın daha uzun süre devam ettirilerek anaçların kıyaslanması tavsiye olunmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını bildirmektedir.

YAZAR KATKISI

Makalenin tüm aşamaları yazar tarafından gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Askari-Khorasgani, O., Jafarpour, M., Hadad, M. M., & Pessarakli, M. (2019). Fruit yield and quality characteristics of "Shahmiveh" pear cultivar grafted on six rootstocks, *Journal of Plant Nutrition*, 42(4), 323-332.
- Bell, R. L., Quamme, H. A., Layne, R. E. C., & Skirvin, R. M. (1996). Pears. In J. Janick, & J. N. Moore (Eds.). *Fruit Breeding; Volume 1: Tree and Tropical Fruits*. Wiley Science, New York.
- Browning, G., & Watkins, R. (1991). Preliminary evaluation of new quince (*Cydonia oblonga* Miller) hybrid rootstocks for pears. *Journal Horticultural Science and Biotechnology*, 66, 35-42.
- Cabrera, D., Rodriguez, P., & Zoppolo, R. (2015). Evaluation of Quince and Selected 'Farold®' Pear Rootstocks for Commercial 'Williams B.C.' Production in Uruguay. *Acta Horticulturae*, 1094, 159-162.
- Du Plooy, P., & van Huyssteen, P. (2000). Effect of BP1, BP3 and Quince A rootstocks, at three planting densities, on precocity and fruit quality of 'Forelle' pear (*Pyrus communis* L.), *South African Journal of Plant and Soil*, 17(2), 57-59.
- Ercisli, S. (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resource Crop Evolution*, 51, 419-435.
- Erdem, H., & Öztürk, B. (2012). Yapraktan Uygulanan Çinko'nun BA-29 Anacı Üzerine Aşılı Armut Çeşitlerinin Verimi, Mineral Element İçeriği ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 93-106.
- FAO. (2021). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics of Crops and livestock products. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Erişim tarihi: 15 Temmuz 2021.
- Francescato, P., Pazzin, D., Neto, A. G., Fachinello, J. C., & Giacobbo, C. L. (2010). Evaluation of graft compatibility between quince rootstocks and pear scions. *Acta Horticulturae*, 872, 253-259.
- Hancock, J. F., & Lobos, G. A. (2008). Pears. In J. F. Hancock (Ed.). *Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics*, Springer, New York.
- Iglesias, I., & Asin, L. (2005). Performance of 'Conference' Pear on Self-rooted Trees and Several Old Home × Farmingdale, Seedling and Quince Rootstocks in Spain. *Acta Horticulturae*, 671, 485-491.
- Iglesias, I., & Asin, L. (2011). Agronomical Performance and Fruit Quality of 'Conference' Pear Grafted on Clonal Quince and Pear Rootstocks. *Acta Horticulturae*, 903, 439-442.
- İkinci, A., Bolat, I., Ercisli, S., & Kodad, O. (2014). Influence of rootstocks on growth, yield, fruit quality and leaf mineral element contents of pear cv. 'Santa Maria' in semi-arid conditions. *Biological Research*, 47(71), 1-8.
- Jackson, J. E. (2003). *Biology of Apples and Pears*. Cambridge University, USA.
- Kosina, J. (2003). Evaluation of pear rootstocks in an orchard. *Horticultural Science (Prague)*, 30(2), 56-58.
- Küçükler, E., Öztürk, B., Özkan, Y., & Yıldız, K. (2015). Yapraktan Üre Uygulamasının Farklı Armut (*Pyrus communis* L.) Çeşitlerinde Verim, Meyve Kalitesi ve Bioaktif Bileşikler Üzerine Etkisi. *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4(2), 78-86.

- Maas, F. (2008). Evaluation of Pyrus and quince rootstocks for high density pear orchards. *Acta Horticulturae*, 800, 599-609.
- Meszaros, M., Lanar, L., Kosina, J., & Namestek, J. (2019). Aspects influencing the rootstock-scion performance during long term evaluation in pear orchard. *Horticultural Science (Prague)*, 46(1), 1-8.
- MGM, (2021). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?m=SAMSUN#/>. Erişim tarihi: 10 Temmuz 2021.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., & İsfendiyaroglu, M. (2005). Armut. *Ilman İklim Meyve Türleri (Yumuşak Çekirdekli Meyveler)*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 556, Bornova-İzmir, Türkiye,
- Öztürk, A., & Öztürk, B. (2014). The rootstock influences growth and development of 'Deveci' Pear. *Turkish Journal of Agriculture and Natural Science*, 1, 1049-1053.
- Pasa, M. S., Schmitz, J. D., Silva, C. D., & Giovanaz, M. A. (2017). Performance of 'Carrick' pear grafted on quince rootstocks. *Agropecuaria Catarinense, Florianopolis*, 30(1), 57-60.
- Sete, P. B., Comin, J. J., Ciotta, M. N., Salume, J. A., Thewes, T., Brackmann, A., Toselli, M., Nava, G., Rozane, D. E., Loss, A., Lourenzi, C. R., Couto, R. R., & Brunetto, G. (2019). Nitrogen fertilization affects yield and fruit quality in pear. *Scientia Horticulturae*, 258, 108782.
- Smith, H. M., & Samach, A. (2013). Constraints to obtaining consistent annual yields in perennial tree crops. I: Heavy fruit load dominates over vegetative growth. *Plant Science*, 207, 158-167.
- Stern, R. A., & Doron, I. (2009). Performance of 'Coscia' pear (*Pyrus communis*) on nine rootstocks in the north of Israel. *Scientia Horticulturae*, 119, 252-256.
- TÜİK. (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>. Erişim tarihi: 15 Temmuz 2021.
- Urbina, V., Dalmases, J., Pascual, M., & Dalmau, R. (2003). Performance of 'Williams' pear on five rootstocks. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 78(2), 193-196.
- Uysal, E., Sağlam, M. T., & Büyükyılmaz, M. (2015). Deveci Armut Çeşidinde Farklı Azot Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Bahçe*, 44(1), 1 - 13.
- Webster, A. D. (1998). A brief review of pear rootstock development. *Acta Horticulturae*, 475, 135-142.
- Webster, T. (2002). Dwarfing rootstocks: past, present and future. *Compact Fruit Tree*, 35, 67-72.



Research Article

Response of Some Important Olive Cultivars against Wilt Disease Caused by *Verticillium dahliae* Kleb.

Furkan Coşkun , Yaşar Alptekin* 

Department Plant Protection, Faculty of Agriculture, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş, Turkey

Received: 21.05.2021

Accepted: 04.10.2021

Keywords:

Olive, *Olea europaea*, *V. dahliae*, disease severity

Abstract. This study was carried out to determine some olive varieties' response to *Verticillium dahliae* Kleb. widely grown in Kahramanmaraş, Turkey. In an initial study to determine the optimal development of *V. dahliae* isolate at different temperatures, *V. dahliae* isolate exhibited an optimal growth at 20°C. The optimum growth of an isolate of *V. dahliae* was determined on four different growth mediums. The colony growth rate was not significant on all the tested media. The detached leaves of seven different olive varieties were assayed on PDA if *V. dahliae* isolate was attracted to the leaf exudates leached from leaves in vitro. Detached leaves of Memecik (26.90 mm) and Kalamata (26.83 mm) varieties did not affect colony diameter of *V. dahliae* compared to Control groups on the 8th day. Detached leaves of Domat variety (31.30 mm) resulted in the most significant colony growth of the *V. dahliae* isolate on PDA. A cross-section of the stem (0.5 cm) was removed from the upper parts of the inoculation point by measuring 1, 2 and 3cm and were planted on the PDA medium to determine the disease severity. Memecik variety displayed the lowest severity of the disease with a rate of 0.44, followed by the Manzanilla variety with 0.66 compared to the other varieties (1, 2 and 3 cm from inoculation point). These results indicated that Memecik was the most tolerant variety in leaf section experiments and stem inoculation treatments. However, Domat was the most susceptible variety according to leaf section experiments and stem inoculation treatments.

*Corresponding author

alptekin69@ksu.edu.tr

Bazı Zeytin Çeşitlerinin Solgunluk Hastalığı Etmeni *Verticillium dahliae* Kleb. Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi

Anahtar kelimeler:

Zeytin, *Olea europaea*, *V. dahliae*, hastalık şiddeti

Özet. Bu çalışma, Kahramanmaraş ilinde yaygın olarak yetiştirilen bazı zeytin çeşitlerinin *Verticillium dahliae* Kleb.'e tepkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. *V. dahliae* izolatının farklı sıcaklıklarda optimal gelişimini belirlemek için yapılan ilk çalışmada, *V. dahliae* izolatı 20°C'de optimal bir büyüme göstermiştir. Dört farklı besi yerlerinde *V. dahliae* izolatının optimum koloni gelişimi belirlenmiştir. Ortalama koloni gelişiminin, test edilen tüm besi yerlerinde istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen ve PDA ortamında kenarlara yerleştirilen yaprak kesitlerinden salgılanan bitki özütlerinin *V. dahliae* gelişimini teşvik edip etmediği araştırılmıştır. Memecik ve Kalamata çeşitlerinin yaprak kesitleri *V. dahliae*'nin koloni gelişimini 8. Günde Kontrol gruplarına göre etkilememiştir. PDA besiyerinde *V. dahliae* koloni gelişimi en fazla Domat çeşidi yaprak kesitleri tarafından teşvik edilmiştir. İnokulasyon noktalarının 1, 2, 3 cm yukarılarından elde edilen 0,5 cm gövde kesitlerinden alınan parçalar hastalığın şiddetini belirlemek için PDA ortamına yerleştirilmiştir. Memecik çeşidi 0,44 ile en düşük hastalık şiddetini gösterirken, onu 0,66 ile Manzanilla çeşidi izlemiştir (1, 2 ve 3 cm'de). Bu sonuçlar, Memecik çeşidinin hem yaprak kesiti hem de gövde inokulasyon denemelerinde en toleranslı çeşit olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, yaprak kesiti ve gövde inokulasyon denemeleri sonucuna göre Domat en duyarlı çeşit olarak belirlenmiştir.

INTRODUCTION

Olive originated in the triangle between Kahramanmaraş, Hatay and Mardin in Southeastern Anatolia (Eskiyörük, 2016) finds the ideal conditions for growth in the Mediterranean climate zone (Fraga *et al.*, 2020). The major of the worldwide olive production comes from the countries in the Mediterranean basin, and it has a significant place in the Turkish economy. Olive is *Olea europaea* subsp. *sativa* subspecies of *Olea europaea* L. species in *Oleaceae* family. One hundred olive varieties are grown in Turkey. Thus, olive cultivation in Turkey has immense diversity, including wild olive forms and local olive varieties (Erilmez and Erkan, 2016).

Several diseases negatively affect the yield and quality of oil cultivation. Verticillium wilt of olive caused by *V. dahliae* Kleb. is the most important disease that affect fruit trees. Since the disease agent has a broad host spectrum and lives in soil for years without a host, it is difficult to control it chemically and with the other control measures. Resistant olive cultivars to these diseases is effective way of the control (López-Escudero *et al.*, 2011).

The most typical Verticillium wilt symptom is the withering of the offshoots and branches of the trees from the end towards the stem. Furthermore, the branches, shoots and foliage lose their greenish hue and turn into brown. Stem bark turns into violet, and the change of colour expands to the whole tree. When cross-sections are taken from the tree with the symptoms mentioned above, it could be observed that the xylem had turned to dark brown colouration (Agrios, 2005). In olive trees, *V. dahliae* results in two different types of symptoms that could be defined as acute wilt (apoplexy) and chronic wilt (Bakhoucha *et al.*, 2018). Acute wilt generally develops from late winter to early spring. Shoots and branches rapidly wither and die. As a result, the whole tree could die (Tsrör *et al.*, 2011). On the other hand, chronic wilt is generally characterized by the necrosis of flowers. The leaves on diseased branches turn into a dull green colour, and the leaves finally are defoliated before winter. These symptoms are followed by acute wilt symptoms in spring (Tsrör *et al.*, 2011).

According to Navas-Cortés (2008), microsclerotia of the pathogen found in the upper layers of the soil spread due to factors such as cultural processes, irrigation and wind. It was reported that the disease amount in the soil increases with the defoliation and non-defoliation of the diseased olive tree. According to García-Cabello *et al.* (2012), the pathogen could spread to short or long distances due to surface irrigation. Fradin *et al.* (2006) stated that the pathogen could spread using infected plant material such as infected rootstocks, bulbs and tubers. Contaminated material use in nurseries causes transportation of the pathogen to new locations (Hantal, 2008).

Tolerant olive rootstocks and varieties play a significant role in the control of the disease. Although intensive studies were conducted in certain other countries on disease-tolerant rootstock and varieties, there are not enough studies in Turkey that scrutinized the tolerance of economically cultivated varieties and rootstock. Thus, it is crucial to determine wilt disease-tolerant olive varieties cultivated in Kahramanmaraş province.

MATERIAL AND METHOD

Plant Materials and Pathogen Isolate

Verticillium dahliae isolate was obtained from the samples collected during the field survey conducted in olive orchards in Kahramanmaraş Region. Certified olive saplings obtained from Olive Research Institute- Bornova, İzmir. Ayvalık, Gemlik, Memecik, Domat, Kalamata, Manzanilla, Erkence varieties were used in this study. All the olive saplings were 1.5 -2 years old and displayed homogenous growth.

Development of the Isolate in PDA Medium under Different Temperatures

The optimum growth rate was determined by using 7 mm diameter discs obtained from *V. dahliae* isolate cultured in PDA (Potato Dextrose Agar) for two weeks were planted in PDA medium. Five petri dishes per temperature were placed in incubators set for 5, 10, 15, 20 and 25 °C in the dark. The growth of the isolates under these temperatures was monitored for 10 days by measuring the colony diameters. Thus, optimum growth temperatures or temperature demands of the isolate were assessed.

Growth of the Isolate in a Different Medium

The optimum growth rate of the isolate was evaluated by using 7 mm diameter discs obtained from *V. dahliae* isolate cultured in PDA for two weeks were planted in PDA, SDA (Saboroud Dextrose Agar), WA (Water Agar) and CZA (Czapek-Dox Agar) media, and placed in 24 °C incubator. The experiment was designed as completely randomized plots with four replicates. The growth of the isolates in these media was monitored for 10 days by measuring the colony diameters. Thus, the optimum growing medium for the isolate was assessed.

The Reaction of the Isolate to Leaves of Different Olive Varieties on PDA Medium

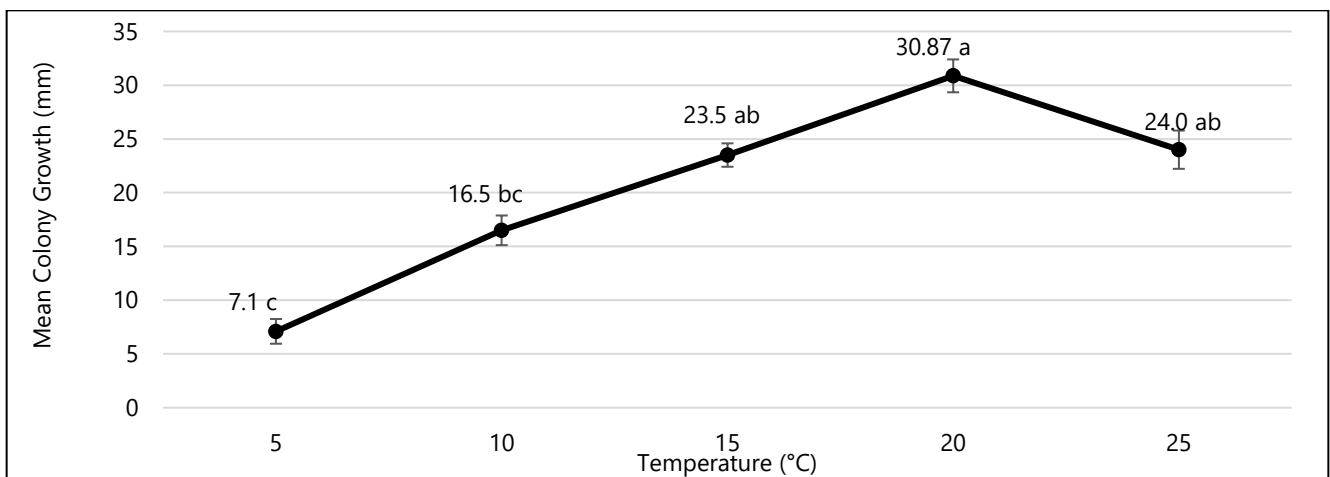
Seven mm diameter discs obtained from *V. dahliae* isolate cultured in PDA for two weeks were planted in PDA medium in 9 mm in diameter Petri dishes. Leaves obtained from 7 different olive varieties (Ayvalık, Gemlik, Memecik, Domat, Kalamata, Manzanilla, Erkence) were surface disinfected for 2 minutes using 96% alcohol. The leaves were then rinsed with distilled water three times and left for 15 minutes on sterile blotting paper. Approximately 1 cm² piece was incised using a sterile scalpel and planted in four corners of the medium at equal distances to the disc. Petri dishes were left for growth in the 24°C incubator and assessed daily for eight days for colony growth. Finally, the reaction of the isolate to leaf incisions obtained from different olive varieties was evaluated.

In vivo Reaction of Different Olive Varieties to *Verticillium dahliae*

Ayvalık, Gemlik, Erkence, Manzanilla, Memecik, Kalamata, Domat olive varieties were tested for their reaction to *V. dahliae* isolate in a growth chamber 8-hour dark and 16-hour light conditions. The isolates obtained in the survey were grow in PDA medium for one week, and the culture was cut in strips and place in a 5-ml sterile syringe. The fungal culture was ejaculated through the needle once. The macerated fungal culture was loaded again by a 5-ml the syringe. The stem inoculation technique developed by Pennisi *et al.* (1993) was modified and used in this study. Three equal slits (1 cm long) in the stem of sampling 5 cm from the soil surface were prepared just before inoculation. The inoculum, 0.5 ml (450 cfu mL⁻¹) of the culture mix, was unloaded into the slit with the syringe and inoculated stem section was sealed with a parafilm (modified from Schmitthenner and Bhat, (1994)). Inoculated plants were left under controlled conditions for 12 weeks. The 0.5 cm stem cuts were taken from 1, 2, 3 cm above the inoculation points via a scalpel and were placed on the PDA medium to check the presence of fungal growth. Obtained samples were surface-disinfected for 2 minutes, with 96% alcohol. These were washed three times with sterile water and left for 15 minutes on blotting paper, and placed onto a PDA medium. The samples were evaluated with a 0-1 scale (0: *V. dahliae* growth was not observed on PDA, 1: *V. dahliae* growth was observed on PDA). Seven olive cultivars with three replicates were used in a completely randomized plot experimental design, and the data was analyzed, and means were separated by Fisher's multiple comparison test (SPSS, 2020).

RESULTS AND DISCUSSION

Mean colony diameters of *V. dahliae* the isolate in PDA in five different temperature (5, 10, 15, 20, 25°C) were shown in Figure 1.



Data followed by different letters above the line indicate significant differences ($P < 0.05$) between treatments.

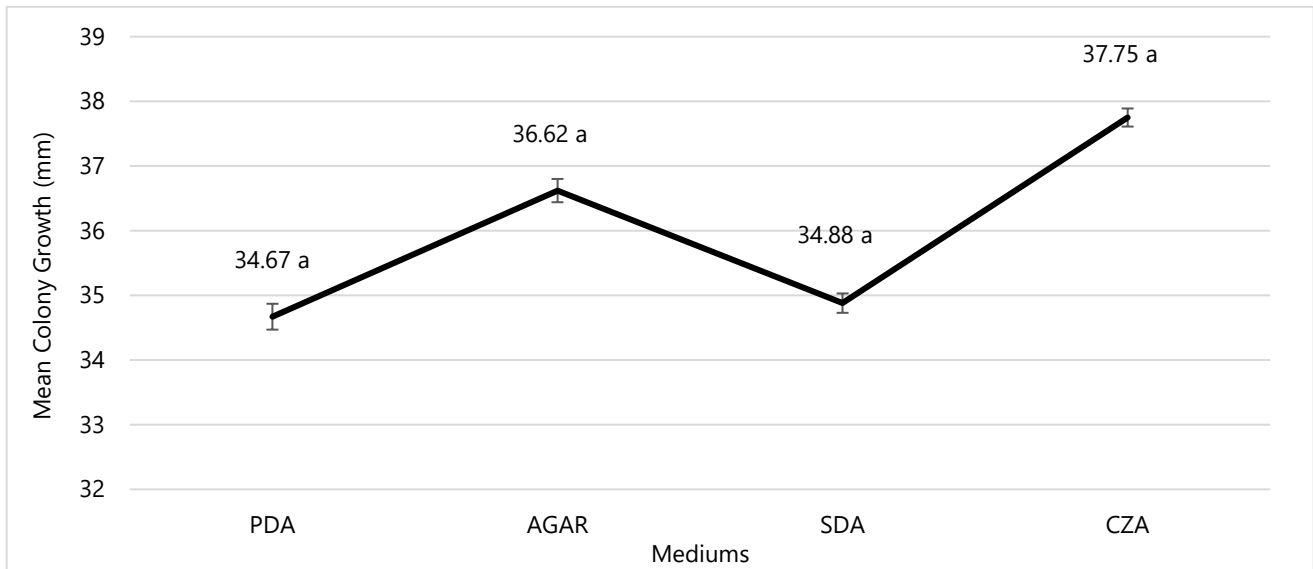
Figure 1. Mean colony growth of isolate at 10th day under different temperatures obtained from olive orchards in Kahramanmaraş province.

Şekil 1. Kahramanmaraş ili zeytin bahçelerinden elde edilen izolatın 10. günde farklı sıcaklıklarda ortalama koloni gelişimi.

Optimum colony growth was observed at 20°C with 30.87 mm, followed by the growth at 25 °C with 24 mm. Mean colony diameters at 15-25 °C were not statistically different from each other. Colony growth at 5 °C was relatively slow with 7.10 mm followed by 10°C with 16.50 mm (Figure 1). Optimal growth temperatures of isolate and microsclerotia characteristics are essential criteria to differentiate the *V. dahliae* pathotypes (Schnathors and

Mathre, 1966; Biçici and Kurt, 1998; Onan and Karcıoğlu, 1998; Göre, 2007). Thus, to determine the temperature demand of *V. dahliae* isolate, the isolate was cultured at 5, 10, 15, 20, 25 °C. In studies conducted in the Aegean Region and the Eastern Mediterranean Region, isolates have been grouped by 24 °C, and 27 °C. While the optimal temperature of cotton isolates in the Aegean Region is 24 °C (Saydam, 1976; Onan and Karcıoğlu, 1998), those that prefer 24 °C and 27 °C were found among the Eastern Mediterranean isolates (Biçici and Kurt, 1998). In a later study, isolates showing optimal growth at both temperatures were found in the Aegean Region isolates (Göre, 2007). Another study showed that *V. dahliae* barely produced microsclerotia at temperatures over 30 °C (Liu et al., 2021).

Colony characteristics and growth of *V. dahliae* isolate in the different growth were evaluated and presented in Figure 2.



Data followed by different letters above the line indicate significant differences ($P < 0.05$) between treatments.

Figure 2. Mean colony diameters of *V. dahliae* isolate on the 10th day in different mediums.

Şekil 2. Farklı besi yerlerinde *V. dahliae* izolatının 10. günde ortalama koloni gelişimi.

Verticillium dahliae isolates displayed very similar growth in the different mediums, and growth rate were not statistically different in different growth mediums. As a result, it was observed that there was no difference between the medium preference of *V. dahliae* isolate though the colony growth was better in the CZA medium than the other tested growth mediums (Figure 2). Kabir *et al.* (2005) showed that NP-10 containing P-3889 and 0.025N NaOH supported the growth and production of *V. dahliae*. According to Goud *et al.* (2003), *V. dahliae* was determined to have large microsclerotia and abundant dark hyphae on ethanol agar (EA), while *V. dahliae* was not dark-coloured hyphae or dark mycelium in modified soil extract agar (MSEA), which is a pectate-based agar. Wang *et al.* (2014) showed that *Verticillium albo-atrum* produced optimal mycelial growth in PLYA (Prune Lactose Yeast Extract Agar) medium. In another study, the highest growth rate of *Verticillium alfalfae* was obtained in the Czapek agar medium (Li *et al.*, 2021).

Table 1. Mean colony diameters of the isolate were determined on the 8th day based on their growth on PDA medium in which leaf incisions obtained from different olive varieties were placed to the edges.

Çizelge 1. Farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen yaprak kesilerinin kenarlara yerleştirildiği PDA besiyerinde izolatın 8. Günde ortalama koloni çapları.

Olive Varieties	Mean Colony Growth (mm)*
Manzanilla	27.83 ± 0.50 bc
Memecik	26.90 ± 0.42 c
Erkence	28.30 ± 0.25 bc
Gemlik	29.73 ± 0.28 ab
Ayvalık	28.00 ± 0.26 bc
Kalamata	26.83 ± 0.15 c
Domat	31.30 ± 0.35 a
Control	27.26 ± 0.29 c

* There is no statistical difference between the values marked with identical letters ($P < 0.05$).

Memecik and Kalamata olive varieties did not show any significant differences in colony growth than the control. Mean colony diameters of Kalamata and Memecik olive varieties varied from 26.83 and 26.90 mm, respectively. Manzanilla, Erkence and Ayvalık olive varieties displayed and slightly higher colony growth than that of the control group. Gemlik olive variety performed the best colony growth in diameter, followed by Domat olive variety. Their colony diameters varied from 29.73 and 31.30 mm. Leaf exudates from the Domat variety were attracted more by the *V. dahliae* isolate than the other olive varieties. Kalamata and Memecik varieties displayed the lowest colony growth, and hence, they were more tolerant when compared to other varieties (Table 1). Exudates or components of exudates specifically influenced pathogen growth and production (Wu *et al.*, 2010). In the study by Liu *et al.* (2009), mycelia growth of *V. dahliae* was inhibited by root exudate of grafted eggplants, whereas root exudate of ungrafted eggplants increased mycelium growth. Wang (2010) showed the effect of root exudate of cucumber plant on the density of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (Foc), reported that root exudates from a resistant cultivar reduced foc's survival time. According to Zhu *et al.* (2011), root exudates from resistant varieties prevented *V. dahliae* growth, but the susceptible variety encouraged it, and the root exudates' influence decreased incrementally. Development of *V. dahliae* in culture medium supported with the root exudate of Potato onion was significantly suppressed (Li *et al.*, 2018).

The results obtained regarding the *V. dahliae* growth in woody plant tissues on PDA obtained from 1, 2, 3 cm above inoculation points are given in Table 2.

Table 2. Presence of *V. dahliae* on 0.5 cm stem sections on PDA obtained from 1, 2, 3 cm above inoculation points.

Çizelge 2. İnkulasyon noktalarının 1, 2, 3 cm yukarisından elde edilen 0,5 cm gövde kesitlerinin PDA'daki *V. dahliae* varlığı.

Olive Varieties	Disease Severity (based on 0-1 scale) 1 cm *	Disease Severity (based on 0-1 scale) 2 cm *	Disease Severity (based on 0-1 scale) 3 cm **
Manzanilla	0.66 ± 0.57 bc	0.66 ± 0.57 bc	0.66 ± 0.57 a
Memecik	0.44 ± 0.52 c	0.44 ± 0.52 c	0.44 ± 0.52 b
Erkence	0.88 ± 0.33 ab	1.0 ± 0 a	1.0 ± 0 a
Gemlik	0.88 ± 0.33 ab	1.0 ± 0 a	1.0 ± 0 a
Ayvalık	0.88 ± 0.33 ab	1.0 ± 0 a	1.0 ± 0 a
Kalamata	1.0 ± 0 a	0.88 ± 0.33 ab	0.88 ± 0.33 a
Domat	1.0 ± 0 a	1.0 ± 0 a	1.0 ± 0 a

* There is no statistical difference between the values marked with identical letters (P < 0.05).

** There is no statistical difference between the values marked with identical letters (P < 0.01).

Verticillium dahliae growth rate on stems of seven different olive varieties were evaluated by sampling 0.5 cm stem cut 1, 2 and 3 cm from inoculation points and incubating on PDA in a 24 ± 1 °C. Memecik variety displayed the lowest severity of the disease with a rate of 0.44 compared to the other varieties according to stem cut 1 cm from inoculation points. Manzanilla variety showed disease severity with a rate of 0.66. Gemlik, Ayvalık, and Erkence varieties were in the same group and demonstrated a disease severity rate of 0.88. The highest severity of disease was observed in Domat and Kalamata olive varieties with a rate of 1 on PDA medium (Table 2).

Verticillium dahliae growth in woody plant tissues on PDA obtained from 2 cm above inoculation points of the stem was statistically analyzed. It was observed that the Memecik variety displayed the lowest severity of the disease with a rate of 0.44, followed by Manzanilla olive variety with 0.66 disease severity. Kalamata variety showed disease severity with a rate of 0.88. Gemlik, Ayvalık, Domat, and Erkence varieties displayed the most severe disease with a rate of 1 (Table 2).

Verticillium dahliae growth in woody plant tissues on PDA obtained from 3 cm above inoculation points were as follows. Disease severity on Memecik variety was 0.44, whereas it was significantly higher on Gemlik, Ayvalık, Domat, Erkence, Manzanilla, and Kalamata olive varieties varied from 0.66 and 1 (Table 2).

Erten (2004), using a virulent pathotype (T1) of *V. dahliae*, investigated the reactions of 51 olive varieties consisting of 46 local and five foreign varieties and four wild clonal rootstocks against the pathogen. Most of the varieties and rootstocks used in the stem inoculation tests were highly sensitive to the pathogen. On the other hand, four local varieties (Dilmit, Erdek Yağlık, Siyah Salamura, and Yün Çelebi) 2 foreign varieties Arbequine and Frantoï were found resistant to the pathogen, with disease severity not exceeding the 30% limit. Six local varieties, Gemlik, Belluti, Butko, Samanlı, Saurani and Sinop No: 2, one clonal rootstock (D9) and three foreign varieties (Ascolana, Chemlali, Leccinö) were included in the moderately sensitive reactive group. As Erten (2004) stated, all olive varieties we tested were sensitive to the pathogen, except for the Memecik variety. Approximately one year

after engrafting, the pathogen was inoculated to the rootstock (stem). The prognosis was more progressive in Manzanilla engrafted D9 rootstock than Manzanilla engrafted D36 (Wilhelm and Taylor 1965; Hartmann *et al.* 1971; Caballero *et al.* 1980). Erten and Yıldız (2004) determined the sensitivities of 10 different olive varieties to *V. dahliae* cultivated in the Southeastern Anatolia region. In the study, one-year-old saplings were inoculated with a high-virulence *V. dahliae* isolate (VCG1) by injection on reciprocal scars on the stem. Yün Çelebi variety was in the resistant group with 18.25% and 23.75% virulence rates after three months and one year, respectively. Initial 12 weeks determined that Halhalı Çelebi variety was in the medium-sensitive group (41.66%). Two pathotypes of *V. dahliae* were used in another study conducted with Arbequino, Frantoio and Leccino varieties. Arbequino and Leccino varieties were found to be susceptible (E), although Frantoio variety was moderately-sensitive (MS) for pathotype that causes defoliation (D). In the experiment conducted with non-defoliating pathotype (ND), Arbequino, Leccino and Frantoio varieties were found to be sensitive (S), medium-sensitive (MS) and resistant (R), respectively (López-Escudero *et al.* 2004). In the experiments carried out by grafting susceptible olive varieties with economic importance on some clonal rootstocks and varieties moderately resistant to *V. dahliae*, while the disease was determined at a rate of 91.67% in control, disease severity values were found between 0% and 41.67% in all applications except D-9 + Uslu (disease rate 86.67%) (Yıldız *et al.*, 2020). Pedro *et al.* (2021) assessed that the variability in resistance to Verticillium wilt of olive trees in progenies from five crosses: 'Picual' × 'Frantoio', 'Arbosana' × 'Koroneiki', 'Sikitita' × 'Arbosana', 'Arbosana' × 'Frantoio' and 'Arbosana' × 'Arbequina' and their respective reciprocal crosses. They indicated no significant differences for any of the assessed parameters when reciprocal crosses were compared.

CONCLUSION

Verticillium wilt caused by *V. dahliae* is one of the most important diseases encountered in olive cultivation in Turkey, similar to several other crops and other countries. The facts that the disease agent has a wide host range is a soil-borne pathogen, and the lack of a limited number of chemical control methods against it increases the significance of the disease.

The present study indicated that Memecik was the most tolerant olive variety according to the stem inoculation method and detached leaf assay. Thus, it can be suggested that the Memecik variety should be planted in low-land areas with *V. dahliae* contaminated soil or replanted of dead olives in an orchard. Furthermore, Domat was not recommended to plant in possibly contaminated with the pathogen areas since it was the most susceptible variety in this study.

Overall results demonstrated that variety selection is crucial for the control of the disease. Adaptation of these varieties in the region also affects the success of the management of the disease. Several factors such as irrigation method, soil structure, cleanliness of the tools and equipment used, utilization of healthy saplings and the variety of the plants used in interim agriculture affect the development of the disease. Thus, to succeed in managing the disease, all these factors should be meticulously taken into account.

CONFLICT OF INTEREST

The authors have declared no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

The authors declare the contribution of the authors is equal.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by [Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Scientific Research Projects Coordination Unit] under Grant [2013/7-7 YLS].

REFERENCES

Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*. The Fifth Edition, Academic Press, Department of Plant Pathology, University of Florida, USA.

- Bakhoucha, A., Lorenzo-Sanchez, J., Alberto Fernandezguiérrez, A., & Segura-Carretero, A. (2015). Trends in chemical characterization of virgin olive oil phenolic profile: an overview and new challenges. *Olivae* [online], 122, 3-15.
- Biçici, M., & Kurt S. (1998). *Etiology, incidence ve prevalence of cotton wilt disease and strains of the wilt pathogen in Çukurova*. Proceedings of the World Cotton Research Conference-2. New Frontiers in Cotton Research, Athens, Greece.
- Caballero, J. M., Perez Hernandez, J., Blanco-Lopez, M. A., & Jimenez-Diaz, R. M. (1980). *Olive, a new host of Verticillium dahliae in Spain*. Proceedings of the 5th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Patras, Greece.
- Erten, L. (2004). *Bazı Zeytin Çeşit ve Anaçlarının Verticillium Solgunluğu'na (Verticillium dahliae Kleb.) Duyarlılıklarının Belirlenmesi*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- Erten, L., & Yıldız, M. (2004). *Susceptibility of Some Economically Important Olive Cultivars and Clones to Verticillium dahliae Kleb in Turkey*. V. International Symposium on Olive Growing, İzmir, Turkey.
- Erilmez, S., & Erkan, S. (2016). The comparison of sensitivity of various methods in the detection of olive tree viruses. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 45(1), 1-12.
- Eskiyörük, D. (2016). Antik Çağda Zeytin ve Zeytinyağı: Kilikya Bölgesi Örneği. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 4 (Special issue 1), 228-243.
- Fradin, E. F., & Thomma, B. P. (2006). Physiology and molecular aspects of *Verticillium* wilt diseases caused by *V. dahliae* and *V. albo-atrum*. *Molecular Plant Pathology*, 7(2), 71-86.
- Fraga, H., Pinto, J. G., Viola, F., & Santos, J. A. (2020). Climate change projections for olive yields in the Mediterranean Basin. *International Journal of Climatology*, 40(2), 769-781.
- García-Cabello, S., Pérez-Rodríguez, M., Blanco-López, M. A., & López-Escudero, F. J. (2012). Distribution of *Verticillium dahliae* through watering systems in widely irrigated olive growing areas in Andalucía (southern Spain). *European Journal of Plant Pathology*, 133(4), 877-885.
- Goud, J. K. C., Termorshuizen, A. J., & Gams, W. (2003). Morphology of *Verticillium dahliae* and *V. tricorpus* on semi-selective media used for the detection of *V. dahliae* in soil. *Mycological Research*, 107(7), 822-830.
- Göre, M. E. (2007). Vegetative compatibility and pathogenicity of *Verticillium dahliae* isolates from the Aegean Region of Turkey. *Phytoparasitica*, 35(3), 222-231.
- Hantal, M. (2008). *Güney Marmara bölgesi zeytinliklerinde Verticillium solgunluğunun yaygınlığı ve etmenin patotiplerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- Hartmann, H., Schnathorst W., & Whisler J. (1971). Oblonga a clonal olive rootstock resistant to *Verticillium* wilt. *California Agriculture*, 25(6), 12-15.
- Kabir, Z., Bhat, R. G., & Subbarao, K. (2004). Comparison of media for recovery of *Verticillium dahliae* from soil. *Plant Disease*, 88(1), 49-55.
- Li, H. Y., Zhou, X. G., & Wu, F. Z. (2018). Effects of root exudates from potato onion on *Verticillium dahliae*. *Allelopathy Journal*, 43(2), 217-222.
- Li, F., Matloob, M., Nzabanita, C., & Li, Y. (2021). Growth, sporulation and germination of *Verticillium alfalfae* on media. *European Journal of Plant Pathology*, 161, 383-395.
- Liu, N., Zhou, B., Zhao, X., Lu, B., Li, Y., & Hao, J. (2009). Grafting eggplant onto tomato rootstock to suppress *Verticillium dahliae* infection: the effect of root exudates. *HortScience*, 44(7), 2058-2062.
- Liu, L., Zhang, Y. D., Zhang, D. D., Zhang, Y. Y., Wang, D., Song, J., Zhang, J., Li, R., Kong, Z. Q., Klosterman, S. J., Dai, X. F., Subbarao, K. V., Zhao, J., & Chen, J. Y. (2021). Biological characteristics of *Verticillium dahliae* MAT1-1 and MAT1-2 strains. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(13), 7148.
- López-Escudero F. J., Del Río C., Caballero J. M., & Blanco-López M. A. (2004). Evaluation of olive cultivars for resistance to *Verticillium dahliae*. *European Journal of Plant Pathology*, 110(1), 79-85.
- López-Escudero, F. J., & Mercado-Blanco, J. (2011). *Verticillium* wilt of olive: a case study to implement an integrated strategy to control a soil-borne pathogen. *Plant and Soil*, 344(1), 1-50.
- Navas-Cortés, J. A., Landa, B. B., Mercado-Blanco, J., Trapero-Casas, J. L., Rodríguez-Jurado, D., & Jiménez-Díaz, R. M. (2008). Spatiotemporal analysis of spread of infections by *Verticillium dahliae* pathotypes within a high tree density olive orchard in southern Spain. *Phytopathology*, 98(2), 167-180.
- Onan, E., & Karcilioğlu, A. (1998). Pathotypes of *Verticillium dahliae* from cotton in Aegean Region and review of *Verticillium* wilt tolerance in Nazilli 84 cotton. *Journal of Turkish Phytopathology*, 27, 113-120.

- Pedro, V. C., Carlos, T. R., Diego, B. N., Escudero, F. J. L., Ana, G. B. C., & Díez, C. M. (2021). Assessment of maternal effects and genetic variability in resistance to *Verticillium dahliae* in olive progenies. *Plants*, 10(8), 1534
- Pennisi, A., Cacciola, O., Magnanodi Sanlio, G. & Perrotta, G. (1993). Evaluation of the susceptibility of olive cultivars to *Verticillium* wilt. *OEPP/EPPO Bulletin*, 23,537-541.
- Saydam, C. (1976). *Verticillium* wilt on different host plants in Turkey. *Probleme de Protectia Plantelor*, 4, 213-218.
- Schmitthenner, A. F., & Bhat, R. G. (1994). *Useful Methods for Studying Phytophthora in the Laboratory*. Special circular 143. Ohio Agricultural Research and Development Center, Columbus, OH, USA.
- Schnathorst, W. C., & Mathre, D. E. (1966). Host range and differentiation of a severe form of *V. albo-atrum* in cotton. *Phytopathology*, 56, 1155-1161.
- SPSS. (2020). IBM SPSS Statistics 22.0 for Windows. Armonk, NY.
- Tsrer, L. (2011). Epidemiology and control of *Verticillium* wilt on olive. *Israel Journal of Plant Sciences*, 59(1), 59-69.
- Wang, H. L. (2010). Effects of root exudates of cucumber on population of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* in soil as detected by Realtime PCR. *Journal of Shanghai Jiaotong University - Agricultural Science*, 1(28), 41-45.
- Wang, L. L., Li, F., Riziwangguli, Lang, Y. Y., Patiguli, & Li, K. M. (2014). Biological characteristics of the pathogens causing the *Verticillium* wilt of potato and selection of fungicides in laboratory. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 37, 218–222.
- Wilhelm, S., & Taylor, J. B. (1965). Control of *Verticillium* wilt of olive through natural recovery and resistance. *Phytopathology*, 55, 310-316.
- Wu, F. Z., Liu, B., & Zhou, X. G. (2010). Effects of root exudates of watermelon cultivars differing in resistance of *Fusarium* wilt on the growth and development of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*. *Allelopathy Journal*, 25(2), 403-414.
- Yildiz, M., Yildiz, F., & Erten, L. (2020). Duyarlı zeytin çeşitlerinin dayanıklı anaç ve çeşitler üzerine aşılansak zeytinde *Verticillium* solgunluğunun önlenmesi üzerinde araştırmalar. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 49(1), 19-24.
- Zhou, B. L., Chen, Z. X., Du, L., Xie, Y. H., Zhang, Q., & Ye, X. L. (2011). Allelopathy of root exudates from different resistant eggplants to *Verticillium dahliae* and the identification of allelochemicals. *African Journal of Biotechnology*, 10(42), 8284-8290.



Research Article

Field Performance of Entomopathogenic Nematodes against the Larvae of *Zabrus* spp. Clairville, 1806 (Coleoptera: Carabidae)**

Yunus Emre Taşkesen , Ebubekir Yüksel* , Ramazan Canhilal 

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Erciyes University, Kayseri, Turkey

Received: 10.08.2021

Accepted: 19.10.2021

Keywords:

Heterorhabditis sp.,
Steinernema sp., wheat,
cereal ground beetle

Abstract. The ground beetles, *Zabrus* spp. Clairville, 1806 (Coleoptera: Carabidae) is one of the major pests of wheat plants across the world, and the control of this pest is a challenging issue. In the present study, the control potential of two local entomopathogenic nematode (EPN) species [*Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae) and *Steinernema feltiae* Filipjev, 1934 (Rhabditida: Steinernematidae)] against the larvae of *Zabrus* spp. was evaluated with two trials under field conditions in 2015. EPNs were applied at the concentration of 1×10^6 IJs m^{-2} to the soil surface in mid-April and the number of alive larvae was assessed 14 days after treatment (AT). In addition, *Zabrus* spp.-damaged wheat plants were counted to establish the efficacy of EPNs on the larvae of *Zabrus* spp. in short (14 days AT) and long term (6 months AT). EPNs reduced the number of alive *Zabrus* spp. larvae by at least 50% as compared to the control treatments in both trials. Although there was a remarkable decrease in the number of *Zabrus* spp.-damaged wheat plants to which EPNs were applied, this decrease did not produce a significant effect. Present findings indicate that EPNs tested have a good potential for sustainable management of *Zabrus* spp.

***Corresponding author**

ebubekiryuksel@erciyes.edu.tr

Entomopatojen Nematodların Arazi Koşullarında *Zabrus* spp. Clairville, 1806 (Coleoptera: Carabidae) Larvalarına Karşı Etkinliği

Anahtar kelimeler:

Heterorhabditis sp.,
Steinernema sp., buğday,
ekin kambur böceği

Özet. Ekin Kambur böcekleri, *Zabrus* spp. Clairville, 1806 (Coleoptera: Carabidae) buğday bitkilerinin dünya çapında ana zararlılarından biridir ve bu zararının kontrolü oldukça zordur. Bu çalışmada, yerel iki entomopatojen nematod (EPN) türünün [*Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Rhabditida: Heterorhabditidae) ve *Steinernema feltiae* Filipjev, 1934 (Rhabditida: Steinernematidae)] *Zabrus* spp. larvalarına karşı kontrol potansiyeli 2015 yılında arazi koşullarında kurulan iki deneme ile değerlendirilmiştir. EPN'lar, nisan ayı ortasında toprak yüzeyine 1×10^6 IJs m^{-2} konsantrasyonunda uygulanmıştır ve uygulamadan 14 gün sonra (AT) canlı larva sayısı değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra, EPN'lerin *Zabrus* spp. larvaları üzerindeki etkinliğini belirlemek için *Zabrus* spp.-zarar görmüş buğday bitkileri uygulamadan sonraki kısa (14 gün AT) ve uzun vadede (6 ay AT) sayılmıştır. Test edilen EPN'lerin, canlı *Zabrus* spp. larvalarının sayısını her iki denemede de kontrol uygulamasına kıyasla en az %50 oranında azalttığı belirlenmiştir. EPN uygulamasıyla *Zabrus* spp.-hasarlı buğday bitkilerinin sayısında önemli bir azalma olmasına rağmen bu azalma önemli bir etki yaratmamıştır. Mevcut bulgular, test edilen EPN'lerin *Zabrus* spp.'lerin sürdürülebilir mücadelesinde iyi bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

INTRODUCTION

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is the most common staple crop in the world and provides over 20% of the global food requirement (Shiferaw *et al.*, 2013; FAOSTAT, 2020). The cereal ground beetles, *Zabrus* spp. Clairv. (Coleoptera: Carabidae) are a group of the dangerous pests of wheat crops worldwide among various biotic and abiotic factors contributing to the decrease in the crop yield of wheat (Georgescu *et al.*, 2017). *Zabrus* genus has nearly 100 known species in the world and 37 of them were found in mixed groups in cereal cultivation areas of Turkey. *Zabrus tenebrioides* Goeze, *Z. spinipes* Fabr., *Z. femoratus* Dej., *Z. rotundicollis* Menetr., *Z. graecus* Dej., *Z. asiaticus* Cast., *Z. corpulentus* Schaum., *Z. iconiensis* Ganglb., and *Z. melancholicus* Schaum. are the most damaging and encountered ones among the other species in Turkey. The adults and larvae of *Zabrus* spp. can induce considerable damage on wheat plants. New generation adults start damaging the ears of wheat in early summer by climbing stems and feeding upon seeds nocturnally until harvest. The adults and larvae resume feeding after an aestivation period, which they go through during the elevated temperatures. The larvae reside in the burrows that are adjacent to wheat plants and feed nocturnally on the wheat leaves until temperatures drop to below 0°C. They overwinter in soil beneath the host plants generally as the 2nd or 3rd larval stages and continue nourishing with wheat plants in spring (Küçükayki *et al.*, 2008; Georgescu *et al.*, 2017). In high population densities, the larval and adult stages can strip the wheat fields down to bare soil (Georgescu *et al.*, 2017). The degree of injury done by *Zabrus* spp. varies according to the climate conditions and heavy infestations occur particularly in mild weather conditions at the beginning of the winter. Studies showed that over 70% of crop losses can occur due to these infestations. The control of *Zabrus* spp. is quite challenging due to the nocturnal feeding and soil-dwelling habits of these species. Seed and surface chemical applications are the most preferred control methods, however, these methods mostly yield unsatisfactory results and increase the cost of production as the adults can survive on other germinating cereal seeds under the soil and the larval stages continue feeding on leaves by climbing stems or pulling leaves of others cereals into the soil (Lodos, 2007; Georgescu *et al.*, 2017). The inactive stages of these species such as the aestivation and overwintering period may also yield misleading results to growers about the presence of *Zabrus* spp. as the scouting/monitoring of *Zabrus* spp. is challenging. In addition, some of the currently used synthetic insecticides may soon be removed from the market due to their harmful effects on non-target organisms and promoting the evolution of resistance in target pests (Collins and Schlipalius, 2018).

Entomopathogenic nematodes (EPNs) from the genera *Steinernema* and *Heterorhabditis* are soil-born organisms and lethal endoparasites of many arthropods. The genus *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* are symbiotic bacteria that live in the intestine of *Steinernema* and *Heterorhabditis* species, respectively. They play a critical role in the infection process of EPNs. Infective juveniles (IJs), the only life stage of EPNs that exist in the soil environment, inoculate the symbiotic bacteria of the genus *Xenorhabdus* (*Steinernema* sp.) and *Photorhabdus* (*Heterorhabditis* sp.) into the hemolymph of the host after penetration into host body through natural body openings and thin cuticle between body segments of the insects (Poinar and Grewal, 2012; Özdemir and Bayram, 2017). The bacteria use the insect hemolymph as a nutrition environment and release toxic substances as they develop and reproduce. This process generally results in the death of host insects within a short time. Finally, the new generations of IJs in large numbers leave the host cadaver and begin to search for a new potential insect host once the host cadaver is depleted (Vashisth *et al.*, 2013).

EPNs can play a key role in the suppression of soil-dwelling pest populations such as *Zabrus* spp. since the soil environment is the natural habitat of both organisms. Entomopathogenic nematodes are soil adapted organisms and capable of infecting pests that live in cryptic habitats with the active host-seeking ability of IJs (Lacey and Georgis, 2012). EPNs may also provide long-term control especially for those pests in the soil environment by settling into the application area and keep the pest population naturally below the economic threshold hazard levels depending on the environmental conditions (Poinar and Grewal, 2012; Azizoglu *et al.*, 2016; Acharya *et al.*, 2019; Mokrini *et al.*, 2020). The laboratory efficacy of EPNs is an important phase of pathogenicity screening studies and is well studied by many researchers around the world (Azizoglu *et al.*, 2016; Özdemir and Evlice, 2020; Acharya *et al.*, 2020; Mokrini *et al.*, 2020). However, the field effectiveness studies of EPNs against many agricultural pests are still limited and essential to uncover the potential of EPNs as biological control agents. Soil-borne pests are the first target of many EPNs as they cohabit in the same environment. *Zabrus* spp. spend most of their life cycle underground which makes them a perfect target for EPNs. The aim of this study was conducted to assess the field efficacy of local EPNs on the larvae of *Zabrus* species and determine the most pathogenic EPN isolates.

MATERIAL AND METHOD

Source and Production of Nematodes

Field experiments were carried out with two EPN species (*Steinernema feltiae* KCS-4S and *Heterorhabditis bacteriophora* FLH-4H) recovered from the same geographical region in the earlier studies (Canhilar et al., 2014; 2015). The production of the IJs was carried out on the last instars of *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) in a Petri dish arena lined with two filter papers at the concentrations of 100 IJs ml⁻¹ per larvae under controlled conditions (25±1°C and 60% R.H.). The dead larvae were gathered after a 48-96 h incubation period and placed individually onto White traps. The emerged IJs from the cadaver were harvested for up to 10 days and stored at 7°C for a week after rinsing three times with tap water. *Galleria mellonella* was obtained from the Plant Protection Department of Agricultural Faculty, Ankara University. The larvae (i.e., waxworm) of *G. mellonella* were reared in dark (32±1°C, R.H 60%) using an artificial diet including wheat flour, corn flour, milk powder, baking yeast powder, honey, and glycerin (Metwally et al., 2012).

Preparation of EPN Species for the Experiment

The IJ stock suspensions of EPN species were kept at room temperature (20–24 °C) for half an hour to acclimatize prior to their use in the bioassays. The alive and dead IJs of EPN species were checked using a stereomicroscope. The quality of the IJs taken from backpack sprayer was evaluated before the field application by conducting a Petri dish (9 cm diameter) experiment including sterilized air-dried soil with ten *G. mellonella* larvae (Van and Malan, 2015). The IJs in tap water were applied to Petri dishes at the concentration of 1000 IJs ml⁻¹ using a micropipette. Then, Petri dishes were maintained for two days at 25 ± 1 °C, 60% RH. The experiment replicated 4 times. Mortality rates of *G. mellonella* larvae were recorded 2 days after treatment and compared their pathogenicity with the IJs from the stock culture kept for two weeks at 7°C (Canhilar et al., 2017).

Experimental Setup

Field experiments were conducted in two different wheat cultivation areas (Trial 1 and 2) (Approximately 0,5 hectare) 2 km away from each other in the same geographical region, which were heavily infested with *Zabrus* species. The experiments were conducted in 2014 two years after the last insecticide treatment. In order to establish the initial population density of the larvae of *Zabrus* spp. in the experiment field, a wood frame (50x50 cm) was used. The frame was thrown randomly 8 times for each plot. Then, *Zabrus* spp.-damaged plants remaining in each frame were checked and recorded. Twenty soil samples (Approximately 1 kg) were taken randomly using a shovel from a depth of up to 25 cm from each plot of the field and examined to determine the existence of EPNs in the application area before the application of the IJs. The samples were placed in a cool box at 10-15°C and transported to the laboratory. The soil samples were slightly moisturized and placed into plastic boxes. Then, ten *G. mellonella* larvae were buried in the boxes. The boxes were covered by perforated lids and shaken up daily to facilitate the movement of the *Galleria* larvae. The viability of the larvae was checked daily after 3 days of incubation period in the dark at 25 °C for ten days. Wheat seeds (Bayraktar 2000) (Approximately 2 kg/hectare) were planted in the first week of October after treated against *Tilletia* sp. diseases (Lamardor®).

The IJs of *S. feltiae* and *H. bacteriophora* were put in a cool box at 10–15 °C and taken to the application area directly. After arrival at the application area, 5 sub-samples from the IJs of each species were taken and the number of alive IJs was checked. Before the application, the IJs were kept in a shadowy place to acclimatize to ambient temperature for half an hour. The application area was irrigated to supply an adequate amount of moisture for the IJs before the field trials were conducted (Susurluk, 2007; Salame and Glazer, 2015; Shapiro-Ilan et al., 2017; Malan et al., 2018).

The applications of IJs were carried out in the second week of April when the soil temperature was above 10 °C and the larvae were mobile (Table 1). The evaluations of the applications were made two weeks (Short-term efficacy) and six months (Long-term efficacy) after the applications of IJs. The assessment of the short-term efficacy of EPNs was made by counting both alive *Zabrus* spp.-larvae and *Zabrus* spp.-damaged plants in the plots while the long-term efficacy was evaluated only by counting the *Zabrus* spp.-damaged plants. The alive *Zabrus* spp. larvae were searched by digging out the soil up to 15 cm with a shovel (Glazer and Nikaido, 2007). *Zabrus* spp.-damaged plants were evaluated as the percentage of skeletonized leaves that near ground and pulled into the soil which is the indication of the presence of larvae in the field. The IJs were put into the tanks filled with tap water and mixed thoroughly. The application was made by using a backpack sprayer with a 0.5 mm nozzle diameter. The concentrations of IJs were adjusted to 1x10⁶ IJs m⁻² and were sprayed to the soil surface of the plots at the sunset of a non-windy day to avoid the damaging effects of sunlight. The suspension of tap water and IJs in the tank was stirred often with the help of a wood stick during the application to ensure a homogeneous

mixture. Only tap water equal to the amount of water applied to the nematode plots was sprayed to the surface of control plots. One meter of security line was left among the plots and only two weeks old IJs were used in the field experiments. The trials were set up with 4 replications according to randomized blocks design and each plot comprised of a 4m x 6m area.

In order to establish the persistence of IJs in the application area, ten soil samples were taken at the depth of 10–15 cm monthly from each plot for one year after the application of EPNs and processed with five *Galleria* larvae as described above. The cadavers of the dead larvae were observed for the nematode infection.

Table 1. The ranges of air and soil temperatures (°C) and soil moisture (%) during the short-term efficacy studies (From mid-April to early May of 2014).

Çizelge 1. Kısa süreli etkinlik çalışmaları sırasında hava ve toprak sıcaklıkları (°C) ve toprak nemi (%) değerleri (2014 yılı Nisan ortasından Mayıs başına kadar).

Location and climate conditions	Trial 1	Trial 2
GPS Coordinates	38° 57' 37" N, 35° 04' 41" E	38° 58' 01" N, 35° 04' 26" E
Altitude (m)	1194	1203
Air temperature (°C)	18.4-23.8	16.8-24.7
Soil temperature (°C)	10.3-14.8	10.8-13.7
Soil moisture (%)	22.6- 26.9	21.7-25.5

Data Analysis

After the assessment of the normality of data, the needed transformation (Arcsine) (Rangaswamy, 2010) was performed to obtain normal distribution and meet the assumptions of ANOVA. The *Zabrus* spp.-damaged plants were analyzed using the repeated measures analysis of variance (RMANOVA) while the alive larvae of *Zabrus* spp. were subjected to one-way ANOVA. Tukey's multiple range test ($P \leq 0.05$) was used to analyze differences among the treatments. The SPSS-software (Version 11.0) was used to analyze all statistics.

RESULTS AND DISCUSSION

Climate conditions were around seasonal normals during the short-term efficacy studies (Table 1). No difference was found between the pathogenicity of IJs taken from the sprayer and stock suspensions of IJs and both samples of IJs caused 100% mortality on *G. mellonella* larvae two days after treatment. The number of *Zabrus* spp.-damaged plants previous to field studies was found as 4.6 m⁻² for trial 1 and 2.1 m⁻² for trial 2.

Table 2. The number of alive larvae of *Zabrus* spp. 14 days after treatment in the field application of different entomopathogenic nematode species at the concentration of 1×10^6 IJs m⁻².

Çizelge 2. Saha çalışmalarında farklı entomopatogen nematod türlerinin 1×10^6 IJs m⁻² konsantrasyonunda uygulanmasından 14 gün sonraki canlı *Zabrus* spp. larva sayısı.

Treatments	Alive larvae 14 days AT* (Mean ± St. error)	
	Trial 1	Trial 2
<i>Steinernema feltiae</i>	3.3±0.3 a	2.0±0.5a
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	2.3±1.1 a	2.0±0.5a
Control	7.0±1.0 b	4.3±2.0a

*AT: After treatment. Mean values followed by different lowercase letters in the same column are significantly different according to Tukey's test ($P \leq 0.05$).

Zabrus spp. Clairville, 1806 (Coleoptera: Carabidae)-Damaged Plants

The number of damaged plants was not different among treatments and only the time periods between the short-term and long-term studies differed significantly in both trials (Table 3). The number of *Zabrus* spp.-damaged plants decreased with time and was the lowest in the plots where *S. feltiae* was applied in the long-term efficacy studies in both trials. However, *H. bacteriophora* yielded the least number of *Zabrus* spp.-damaged plants in the short-term efficacy. Similar results were obtained from the long-term efficacy studies in both trials although the population densities of larvae of *Zabrus* spp. were different in trials 1 and 2. The number of *Zabrus* spp.-damaged plants in the plots where EPN species were sprayed was generally lower than control plots. Although there were remarkable differences among the treatments as compared to the number of *Zabrus* spp.-damaged plants in the control plots, these differences were not significant and all treatments were clustered in the same group in both trials (Table 4).

Table 3. RMANOVA parameters for the main effects and associated interactions for the *Zabrus* spp.-damaged plants in Trial 1 and 2.Çizelge 3. Deneme 1 ve deneme 2 saharındaki *Zabrus* spp.-hasarlı bitkilere ait ana faktörler ve interaksiyonlarının (RMANOVA) ANOVA parametreleri.

Source*	Trial 1			Trial 2		
	df	F	P	df	F	P
t	1	106.606	0.000	1	9.627	0.021
N	1	2.619	0.152	1	1.255	0.350
N*t	1	2.704	0.145	1	1.386	0.320

*t: Time, N: Nematode species ($P \leq 0.05$), df: the degree of freedom, F: F-statistic, and P: Significance level.**Table 4.** The number of *Zabrus* spp.-damaged plants after the field application of different entomopathogenic nematode species at the concentration of 1×10^6 IJs m^{-2} .Çizelge 4. Saha çalışmaları farklı entomopatojen nematod türlerinin 1×10^6 IJs m^{-2} konsantrasyonunda uygulandıktan 14 gün sonraki canlı *Zabrus* spp. larva sayısı.

Treatments	<i>Zabrus</i> spp.-damaged plants (Mean \pm St. error)	
	Trial 1	
	Short-Term Efficacy (14 days AT*)	Long-Term Efficacy (6 months AT)
<i>Steinernema feltiae</i>	10.3 \pm 1.5a	0.6 \pm 0.5a
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	9.0 \pm 3.6a	2.0 \pm 2.0a
Control	17.0 \pm 5.1a	4.6 \pm 5.5a
	Trial 2	
	Short-Term Efficacy (14 days AT*)	Long-Term Efficacy (6 months AT)
<i>Steinernema feltiae</i>	4.6 \pm 2.3a	0.6 \pm 0.5a
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	2.6 \pm 1.5a	1.0 \pm 1.0a
Control	10.6 \pm 6.5a	3.3 \pm 2.4a

*AT: After treatment. Mean values followed by different lowercase letters in the same column are significantly different according to Tukey's test ($P \leq 0.05$).**The Efficacy of EPNs on the Larvae of *Zabrus* spp. Clairville, 1806 (Coleoptera: Carabidae)**

A significant variation in the number of larval mortality of *Zabrus* spp. was detected among treatments in Trial 1 (df:2; F:11.643; P:0.009), with the two EPN species treatments having significantly fewer *Zabrus* spp. than the nontreated control. The number of *Zabrus* spp. was not statistically different between the two EPNs species. Although no statistical differences were found in trial 2 (df:2; F:1.14; P:0.381) compared to the control treatment, the number of alive larvae in EPNs-applied plots was less than half of the number of alive larvae in the control group. The same number of alive larvae was found in trial 2 for both EPN species while *H. bacteriophora* performed better than *S. feltiae* in trial 1 (Table 2).

To date, the pathogenicity of EPN species has been studied against a variety of insect pests of agricultural importance under controlled conditions and promising results have been reported (Karabörklü et al., 2015; Yuksel and Canhilal, 2018; Acharya et al., 2019; Mokrini et al., 2020; Öğretmen et al., 2020; Özdemir et al., 2021). However field studies on the efficacy of EPNs against many agricultural pests are still limited and the performance of EPNs in field conditions may vary remarkably as compared to laboratory bioassays. The effectiveness of *H. bacteriophora*, *H. indica*, *S. feltiae* (local and commercial), *S. bicornortum*, and *S. carpocapsae* species on the larvae of *Zabrus* spp. was evaluated previously at the concentrations of 50, 100, and 200 IJs cm^{-2} at different temperatures (15, 20, and 25°C) in a laboratory study (Canhilal et al., 2016; Marianelli et al., 2017). The results of this study showed that the rising temperatures led mortality rates to increase.

The lowest mortality rates of *Zabrus* spp. larvae at the concentration of 100 IJs cm^{-2} (Corresponding to 1×10^6 IJs m^{-2}) were 30%, 35%, and 55% at 15°C ten days after treatment for *S. feltiae*-commercial, *S. feltiae*-local, and *H. bacteriophora*, respectively. The mortality rates of *Zabrus* spp. larvae were 50%, 37.5%, and 65% at 25°C for the same nematodes, respectively. In present study, evaluation of the EPNs was made based on the alive *Zabrus* spp.-larvae found in the plots as finding the dead cadavers of *Zabrus* spp. larvae is very difficult in field conditions. Similar efficacies were achieved in both studies despite the differences in the evaluation methods and experiment environment. In both studies, the number of alive larvae generally decreased by half after EPNs application compared to control treatments.

There are many factors influencing the effectiveness of EPNs against insect hosts in nature such as insect host species, host finding behavior of EPNs, climate and soil conditions, and application methods. The tolerance and adaptation capability of EPN species and isolates to these factors varies considerably (Shapiro-Ilan et al., 2006;

Lacey *et al.*, 2015; Shapiro-Ilan *et al.*, 2015). Both studies were conducted with the same EPN isolates on the same host populations and the air temperatures during the field study were also similar to this laboratory study. These factors may have contributed to attaining similar performance of EPNs. Local EPN species are known to be more adaptive to environmental conditions where they are isolated (Bhat *et al.*, 2020; Gulzar *et al.*, 2020). The EPNs tested were recovered from the same geographical region and this may be another factor affecting the results.

In laboratory studies, the soil is generally used after autoclaved/sterilized, and by this way, biotic limitation factors of IJs such as predation and pathogens (Predatory mites and nematodes, bacteria, and fungi, etc.) are removed. In field conditions, other environmental extremes such as exposure to ultraviolet light, temperature, and lack of soil moisture suppress the activity of IJs along with these biotic factors (Baimey *et al.*, 2015). In present study, the field was irrigated with surface irrigation systems as soil moisture is crucial for both movement and survival of IJs. In addition, the application of IJs was carried out at the sunset to protect the IJs from exposure to UV and desiccation. These practices play a critical role in the survival, persistence and performance of IJs in the application area (Griffin, 2015; Gulzar *et al.*, 2020). Soil structure affects the movement of water and IJs in soil and this can lead to higher or lower mortality rates depending on the survival and host contact of IJs. In present field study, the soil structure of the field was clay-loam consisting of 45% sand, 30% silt, and 25% clay. Clay-loam soil texture was reported to be unfavorable for EPNs infection in earlier studies and this may have constrained the performance of EPNs along with other limiting factors. In long-term efficacy studies, *Zabrus* spp.-damaged plants were the lowest in the plots where *S. feltiae* applied in both trials. This result may be attributed to host-searching behavior and the symbiotic bacteria (*Xenorhabdus* sp.) of *S. feltiae*, and the temperatures which were mostly within the optimal range for *S. feltiae* during field studies. Furthermore, *S. feltiae* has been reported to be more competitive at different temperatures than *H. bacteriophora* in earlier studies (Susurluk, 2007). Contrarily, *H. bacteriophora* was more efficient in the short-term efficacy and provided better control against *Zabrus* spp. larvae. Earlier studies also stated that the IJs of *H. bacteriophora* tend to take place more uniformly in soil than IJs of *S. feltiae*. Additionally, the IJs of *H. bacteriophora* have been reported to have a cruiser foraging strategy that moves actively in search of a suitable host in the soil while the IJs of *S. feltiae* adopting an intermediate host searching strategy (Ambusher and cruiser). This could be explained by the mobility, vertical movement, and dispersal pattern of EPN species in the application area since these factors have an impact on the infection process and the depth of soil that EPNs penetrated into.

In field studies, patchy distribution of target hosts with other variables leads to variations in data and such a case could complicate the statistical analysis of the results (Abd-Elgawad, 2021). In the present study, although *Zabrus* spp.-damaged plants and the number of alive *Zabrus* spp. larvae were generally lower than the control plots, they formed a homogeneous statistical subset based on Tukey analysis. Likewise, McGraw (*et al.*, 2010) experienced the same difficulty in detecting the effects of EPNs treatments against the annual bluegrass weevil, *Listronotus maculicollis* (Coleoptera: Curculionidae). In this study, proportionately similar results were observed in both trials which indicate that EPN isolates tested could exhibit similar performance under particular conditions.

All of the *Galleria* larvae processed with the soil samples collected from the field after the application of IJs were dead which indicates that IJs were able to settle in the application area at least for one year. Earlier studies illustrated that some Heterorhabditid and Steinernematid species were capable of persisting in the application area for at least three years which is in line with the present study (Dillon *et al.*, 2008). This could be explained by the presence of soil-dwelling insect hosts in the application area and the adaptation capability of EPNs.

The host immune system and physical body structure play a key role in the infection process of EPNs and can prolong the penetration and mortality rates and duration. Coleopteran species possess a hard exoskeleton that may adversely influence the penetration of EPNs and this may have played a role in the efficacy of EPNs tested (Müller *et al.*, 2008; Beckage, 2011; Noh *et al.*, 2016).

CONCLUSION

To our knowledge, this is the first field evaluation of EPNs against the larvae of *Zabrus* spp. The tested EPNs were successful in reducing the number of larvae of *Zabrus* spp. and the number of *Zabrus* spp.-damaged plants in field conditions. Present findings indicate that tested EPNs alone could successfully be used in the biological control of the larvae of *Zabrus* spp. and provide a sustainable control on the *Zabrus* spp. larvae at least for one year after application. However, further examination of the efficacy of different EPN species and isolates is required to identify the most suitable EPN species and isolates against the larvae of *Zabrus* spp. in different locations.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

YET and RC conceived and designed research. RC and YET conducted the experiments, EY and RC analysed data and wrote the manuscript. All authors read and approved the manuscript.

ACKNOWLEDGMENT

This study was funded by TÜBİTAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) (Project No. 111O786). The funders had no role in the design of the study and collection, analysis, interpretation of data, and writing the manuscript.

REFERENCES

- Abd-Elgawad, M. M. (2021). Towards sound use of statistics in nematology. *Bulletin of the National Research Centre*, 45(1), 1-8.
- Acharya, R., Hwang, H. S., Shim, J. K., Yu, Y. S., & Lee, K. Y. (2019). Control efficacy of fungus gnat, *Bradysia impatiens*, enhanced by a combination of entomopathogenic nematodes and predatory mites. *Biological Control*, 138, 104071.
- Acharya, R., Yu, Y. S., Shim, J. K., & Lee, K. Y. (2020). Virulence of four entomopathogenic nematodes against the tobacco cutworm *Spodoptera litura* Fabricius. *Biological Control*, 150, 104348.
- Azizoglu, U., Karabörklü, S., Ayvaz, A., & Yilmaz, S. (2016). Phylogenetic relationships of insect-associated free-living Rhabditid nematodes from eastern Mediterranean region of Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14, 93-103.
- Baimey, H., Zadj, L., Afouda, L., Moens, M., & Decraemer, W. (2015). Influence of pesticides, soil temperature and moisture on entomopathogenic nematodes from southern Benin and control of underground termite nest populations. *Nematology*, 17(9), 1057-1069.
- Beckage, N. E. (2011). *Insect Immunology*. Academic Press, Riverside.
- Bhat, A. H., Chaubey, A. K., & Askary, T. H. (2020). Global distribution of entomopathogenic nematodes, *Steinernema* and *Heterorhabditis*. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 1-15.
- Canhilal, R., M. Imren, H. Toktay, R. Bozbuga, R. Çetintaş, H. Kütük, Y. E. Özdemir & Doğan, S. (2014). *Adana ve Kahramanmaraş illerinde entomopatojen nematodların belirlenmesi*. Proceedings of Turkey V. Plant Protection Congress, Akdeniz University, Antalya.
- Canhilal, R., M. Imren, L. Waeyenberge, H. Toktay, Y. Deniz, Y. E. Özdemir, S. Doğan & Elekcioglu, I. H. (2015). *Occurrence and distribution of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Kayseri province, Turkey*. XVIII. International Plant Protection Congress, Berlin.
- Canhilal, R., Waeyenberge, L., Toktay, H., Bozbuga, R., Çetintas, R., & Imren, M. (2016). Distribution of steinernematids and heterorhabditids (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in the Southern Anatolia Region of Turkey. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(4), 237-244.
- Canhilal, R., Waeyenberge, L., Yüksel, E., Koca, A. S., Deniz, Y., & Imren, M. (2017). Assessment of the natural presence of entomopathogenic nematodes in Kayseri soils, Turkey. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 27(2), 1-6.
- Collins, P.J., & D.I., Schlipalius, 2018. Insecticide Resistance. In C.G. Athanassiou, & F.H. Arthur (Eds), *Recent advances in stored product protection* (pp. 169-182). Berlin, Germany: Springer.
- Dillon, A. B., Rolston, A. N., Meade, C. V., Downes, M. J., & Griffin, C. T. (2008). Establishment, persistence, and introgression of entomopathogenic nematodes in a forest ecosystem. *Ecological Applications*, 18(3), 735-747.
- FAOSTAT. (2020). Food and agriculture organization statistical database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Accessed date: September 20, 2020.
- Georgescu, E., Rîşnoveanu, L., Toader, M., Ionescu, A. M., Gărgăriță, R., & Cană, L. (2017). Actual problems concerning protection of the wheat crops against cereal ground beetle (*Zabrus tenebrioides* Goeze) attack in south-east of the romania. *Scientific Papers-Series A Agronomy* 60, 256-263.



- Griffin, C. T. (2015). Behaviour and population dynamics of entomopathogenic nematodes following application. In R. Campos-Herrera, (Ed), *Nematode Pathogenesis of Insects and Other Pests* (pp. 57-95). Berlin, Germany: Springer.
- Glazer, A. N., & Nikaido, H. (2007). *Microbial biotechnology: fundamentals of applied microbiology*. Cambridge University Press, California.
- Gulzar, S., Usman, M., Wakil, W., Gulcu, B., Hazir, C., Karagoz, M., Hazir, S., & Shapiro-Ilan, D. I. (2020). Environmental tolerance of entomopathogenic nematodes differs among nematodes arising from host cadavers versus aqueous suspension. *Journal of Invertebrate Pathology*, 175, 107452.
- Karabörklü, S., Ayvaz, A., Yılmaz, S., Azizoglu, U., & Akbulut, M. (2015). Native entomopathogenic nematodes isolated from Turkey and their effectiveness on pine processionary moth, *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams. *International Journal of Pest Management*, 61(1), 3-8.
- Küçükayki, E. C., Şirin, Ü., Çalışkan, H., & Şenyüz, Y. (2008). Ground beetle Carabidae: Coleoptera records from Kaz dağları Ida mountain. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 6(2), 142-149.
- Lacey, L. A., & Georgis, R. (2012). Entomopathogenic nematodes for control of insect pests above and below ground with comments on commercial production. *Journal of Nematology*, 44(2), 218.
- Lacey, L. A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D. I., Frutos, R., Brownbridge, M., & Goettel, M. S. (2015). Insect pathogens as biological control agents: back to the future. *Journal of Invertebrate Pathology*, 132, 1-41.
- Malan, A. P., Von Diest, J. I., Moore, S. D., & Addison, P. (2018). Control options for false codling moth, *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae), in South Africa, with emphasis on the potential use of entomopathogenic nematodes and fungi. *African Entomology*, 26(1), 14-29.
- Marianelli, L., Paoli, F., Torrini, G., Mazza, G., Benvenuti, C., Binazzi, F., Sabbatini Peverieri, G., Bosio, G., Venanzio, D., Giacometto, E., Priori, S., Koppenhöfer, A. M., & Roversi, P. F. (2018). Entomopathogenic nematodes as potential biological control agents of *Popillia japonica* (Coleoptera, Scarabaeidae) in Piedmont Region (Italy). *Journal of Applied Entomology*, 142(3), 311-318.
- McGraw, B. A., Vittum, P. J., Cowles, R. S., & Koppenhöfer, A. M. (2010). Field evaluation of entomopathogenic nematodes for the biological control of the annual bluegrass weevil, *Listronotus maculicollis* (Coleoptera: Curculionidae), in golf course turfgrass. *Biocontrol Science and Technology*, 20(2), 149-163.
- Metwally, H. M., Hafez, G. A., Hussein, M. A., Hussein, M. A., Salem, H. A., & Saleh, M. M. E. (2012). Low cost artificial diet for rearing the greater wax moth, *Galleria mellonella* L.(Lepidoptera: Pyralidae) as a host for entomopathogenic nematodes. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 22(1), 15.
- Mokrini, F., Laasli, S. E., Benseddik, Y., Joutei, A. B., Blenzar, A., Lakhal, H., Sbaghi, M., Imren, M., Özer, G., Paulitz, T., Lahlali, R., & Dababat, A. A. (2020). Potential of Moroccan entomopathogenic nematodes for the control of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae). *Scientific Reports*, 10(1), 1-11.
- Müller, U., Vogel, P., Alber, G., & Schaub, G. A. (2008). The innate immune system of mammals and insects. *Trends in innate immunity*, 15, 21-44.
- Noh, M. Y., Muthukrishnan, S., Kramer, K. J., & Arakane, Y. (2016). Cuticle formation and pigmentation in beetles. *Current Opinion in Insect Science*, 17, 1-9.
- Poinar Jr, G. O., & Grewal, P. S. (2012). History of entomopathogenic nematology. *Journal of Nematology*, 44(2), 153.
- Rangaswamy, R. (2010). *Textbook of agricultural statistics*. New Age International (P) Limited Publishers. New Delhi.
- Öğretmen, A., Yüksel, E., & Canhilal, R. (2020). Susceptibility of larvae of wireworms (*Agriotes* spp.)(Coleoptera: Elateridae) to some Turkish isolates of entomopathogenic nematodes under laboratory and field conditions. *Biological Control*, 149, 104320.
- Özdemir, E., & Bayram, Ş. (2017). Entomopatojen nematodlar ve simbiyotik bakterileri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10(1), 06-12.
- Özdemir, E., & Evlice, E. (2020). Assessment of the susceptibility of the Turkestan cockroach, *Blatta lateralis* to Turkish isolates of entomopathogenic nematodes. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 11(1), 129-137.
- Özdemir, E., İnak, E., Evlice, E., Yüksel, E., Delialioğlu, R. A., & Susurluk, I. A. (2021). Effects of insecticides and synergistic chemicals on the efficacy of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) against *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Crop Protection*, 144, 105605.
- Popov, C., Guran, M., Raranciuc, S., Rotărescu, M., Spiridon, C., Vasilescu, S., & Gogu, F. (2006). Phytosanitary state of cereals, leguminous for grain, industrial and fodder crops in Romania, in 2005. *Probleme de Protectia Plantelor*, 34(1/2), 15-37.

- Shapiro-Ilan, D. I., Gouge, D. H., Piggott, S. J., & Fife, J. P. (2006). Application technology and environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control. *Biological Control*, 38(1), 124-133.
- Shapiro-Ilan, D. I., Hazir, S., & Lete, L. (2015). Viability and virulence of entomopathogenic nematodes exposed to ultraviolet radiation. *Journal of Nematology*, 47(3), 184.
- Shapiro-Ilan, D., Hazir, S. & Glazer, I. (2017). *Basic and applied research: entomopathogenic nematodes*. In L. A. Lacey (Ed.), *Microbial Control of Insect and Mite Pests* (pp. 91-105). London, England: Academic Press.
- Shiferaw, B., Prasanna, B. M., Hellin, J., & Bänziger, M. (2011). Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food security*, 3(3), 307-327.
- Salame, L., & Glazer, I. (2015). Stress avoidance: vertical movement of entomopathogenic nematodes in response to soil moisture gradient. *Phytoparasitica*, 43(5), 647-655.
- Susurluk, A. (2007). Effectiveness of the entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema feltiae* against *Tenebrio molitor* (yellow mealworm) larvae in different soil types at different temperatures. *Turkish Journal of Biology*, 30(4), 199-205.
- SPSS. (2013). IBM SPSS Statistics 22.0 for Windows. Armonk, NY.
- Van Zyl, C., & Malan, A. P. (2015). Cost-effective culturing of *Galleria mellonella* and *Tenebrio molitor* and entomopathogenic nematode production in various hosts. *African Entomology*, 23(2), 361-375.
- Vashisth, S., Chandel, Y. S., & Sharma, P. K. (2013). Entomopathogenic nematodes-A review. *Agricultural Reviews*, 34(3), 163-175.
- Yuksel, E., & Canhilal, R. (2018). Evaluation of local isolates of entomopathogenic nematodes for the management of black cutworm, *Agrotis ipsilon* Hufnagel (Lepidoptera: Noctuidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1), 1-7.



Research Article

Genetic variability of *Grapevine Leafroll-Associated Virus-1,2,3,4* Infecting Vineyards in Tokat Province of Turkey**

Kübra Sarıtaş , Şerife Topkaya* 

¹Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Turkey

Received: 03.08.2021

Accepted: 01.11.2021

Keywords:

Grapevine leafroll disease, *Vitis vinifera*, virus, RT-PCR, Tokat

Abstract. Grapevine leafroll disease (GLRD) is one of the most important viral diseases of grapevine worldwide. The aim of this study was to investigate the prevalence of *Grapevine leafroll associated virus-1* (GLRaV-1), *Grapevine leafroll-associated virus-2* (GLRaV-2), *Grapevine leafroll-associated virus-3* (GLRaV-3), *Grapevine leafroll-associated virus 4* (GLRaV-4), and *Grapevine leafroll-associated virus-9* (GLRaV-9) in Tokat province of Turkey. In 2018, leaf samples and one-year-old shoots of plants, showing virus-like symptoms, were collected from different vineyards in Central, Erbaa, Niksar, and Pazar districts of Tokat province. Totally 197 samples were obtained and tested molecularly using two-step polymerase chain reaction (PCR) by using virus-specific primers for GLRaV-1, GLRaV-2, GLRaV-3, GLRaV-4 and GLRaV-9. At least 106 (53.80%) samples were found to be infected showed single or multiple infections. The 103 (52.28%) samples resulted in positive with GLRaV-1 while the infection rates were %5.18 for GLRaV-3 with 10 samples, %2.53 for GLRaV-4 with 5 samples, %1.03 for GLRaV-2 and GLRaV-9 with 2 samples, respectively. The amplified PCR products of GLRaV-1, GLRaV-2 and GLRaV-3 were sequenced, aligned with MEGAX, and analyzed in BLAST for multiple comparisons of other isolates in the GenBank. Sequence analysis of viruses showed 94-96 %, 96-99 % and, 99-100 % nucleotide identity with references isolates in the GenBank for GLRaV-1, GLRaV-2, and UO3-3 isolate of GLRaV-3 respectively.

*Corresponding author
serife.topkaya@gop.edu.tr

Tokat ili Bağlarda *Grapevine leafroll-associated virus -1,2,3,4*'ün yaygınlığı ve Genetik Değişkenliği

Anahtar kelimeler:

Asma yaprak kıvrıcıklığı hastalığı, *Vitis vinifera*, virus, RT-PCR, Tokat

Özet. Asma yaprak kıvrıcıklığı hastalığı (GLRD), dünya çapında asmanın en önemli viral hastalıklarından biridir. Bu çalışma, *Grapevine leafroll associated virus -1* (GLRaV-1), *Grapevine leafroll associated virus -2* (GLRaV-2), *Grapevine leafroll associated virus -3* (GLRaV-3), *Grapevine leafroll-associated virus 4* (GLRaV-4), ve *Grapevine leafroll-associated virus-9* (GLRaV-9) etmenlerinin yaygınlığının araştırılması amacıyla yapılmıştır. Bunun için Tokat ili Merkez, Erbaa, Niksar ve Pazar ilçelerindeki farklı bağ alanlarından virüs benzeri belirti gösteren asmalardan yaprak örnekleri ve bir yıllık bitki sürgünleri toplanmıştır. Surveyde elde edilen toplam 197 örnek GLRaV-1, GLRaV-2, GLRaV-3, GLRaV-4 ve GLRaV-9 etmenlerine özgü primerler ile iki aşamalı polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) kullanılarak moleküler olarak test edilmiştir. 197 örnekten 106'sı (%53.80) bu virüslerle tekli veya çoklu enfeksiyon tespit edilmiştir. 103 (%52,28) örnek GLRaV-1 ile pozitif sonuçlanırken, enfeksiyon oranları 10 örnekle GLRaV-3 için %5,18, GLRaV-4 için 5 örnekle %2,53, GLRaV-2 ve GLRaV-9 için %1,03 olarak belirlenmiştir. GLRaV-1, GLRaV-2 ve GLRaV-3'ün pozitif PCR ürünleri çift yönlü sekans analizinden sonra MEGAX ile GenBank'taki referans diğer izolatlarla karşılaştırılması yapılmıştır. GLRaV-1 izolatlarının sekans analizine göre GenBank'taki referans izolatlarla %94-96, GLRaV-2 izolatları %96-99 ve GLRaV-3'ün UO3-3 izolatı %99-100 nükleotid benzerliği göstermiştir.

** This study is a part of a master's thesis of Kübra Sarıtaş

INTRODUCTION

Turkey is located within the most suitable climate zone of the world for viticulture. Thus, the country has a quite old history of viticulture. According to 2017 statistics, the world vineyard area was 6 931 353 ha with an annual grape production of 74 276 583 tons (FAO, 2017). According to 2017 FAOSTAT data, Spain has the greatest vineyard area and China is the greatest grape producer in the world. Among the viticulture practicing countries, Turkey has 5th place in vineyard area and 6th place in grape production (FAO, 2017). The quantity of production; 1 945 262 tons were table grapes, 1 524 091 tons were for dried grapes and 463 647 tons were for wine production. Turkey also is the world's largest producer for dried grapes constituting 28% of global production in 2014 (FAO, 2016).

Viticulture is an important agricultural activity in Turkey both for fresh consumption and wine production. While some of the annual fresh production is consumed as table grapes, some others are consumed either seedless or seeded raisins. Grape export constitutes a significant revenue for the country's economy. Besides grape, the leaf is another product obtained from vineyards. The demand for fresh and brined grape leaves is always increasing. Most of the vineyards in the province were established with this grape cultivar. More than 80 viruses and five viroids have been identified in *Vitis* spp., making grapevine the most virus-infected agricultural commodity known to date (Martelli, 2017). Grapevine leafroll disease (GLRD) is the most widespread and economically destructive disease among the grapevine virus diseases. GLRD are represented by the species GLRaV-1, -2, -3 and -4 and recently, GLRaV-5, -6, -7, -9, GLRaVPr, GLRaV-De, and GLRaV-Car were recognized as strains of GLRaV-4 (Martelli *et al.*, 2012; Martelli, 2014). All these viruses belong to the genus *Ampelovirus* except for GLRaV-2, which is in the genus *Closterovirus*, and GLRaV-7, which is in the tentative genus *Velarivirus* (Al Rwahnih *et al.*, 2011).

Several studies have been conducted to determine the problems caused by GLRaV's in Turkish vineyards production areas. Gursoy (1991) reported that GLRaV-1 and GLRaV-3 were common in vineyards of Tekirdağ, Yalova and Manisa provinces; Buzkan *et al.* (2012) conducted a survey in Turkish vineyards and noted that GLRaV-1 and GLRaV-3 were generally found in the vineyard areas of the Eastern Mediterranean (Kahramanmaraş, Mersin, Hatay) and Southeast Anatolia (Adıyaman, Gaziantep, Kilis, Diyarbakır and Şanlıurfa) regions of Turkey. Kaya and Erilmez (2014) reported the existence of GLRaV-1, -2, -3, -4 and -9 in vineyards in İzmir, Manisa, Çanakkale and Denizli provinces; Ince and Yavuz (2015) found GLRaV-1, -2, -3, -4, -6 and -9 in Eastern Mediterranean Region by serologically. Onder (2016) identified GLRaV-9, GLRaV-Pr and GLRaV-De viruses for the first time in İzmir, Aydın, Denizli, Manisa and Uşak provinces. Omeroğlu (2016) identified GLRaV-1, -2, -3 and -5 in Tekirdağ province, Sarköy and Marmara Ereğlisi districts. Yakar (2017) showed the presence of GLRaV-2 in the Eastern Mediterranean and Southeastern Anatolia regions.

Tokat province stands out especially with the production of pickled leaves. Karadeniz *et al.* (2018) conducted some serological tests in Tokat province and detected GLRaV-1 in the survey area. The main goal of this study, to understand the molecular structure of other GLRaV's by sequencing and comparing the related data with reference sequences from Genbank. This study was conducted to identify important and emerging grapevine viruses (GLRaV-1, GLRaV-2, GLRaV-3, GLRaV-4 and GLRaV-9) through molecular methods in important grapevine growing fields of Tokat province. This study will provide a scope for further research in grapevine infecting viruses based molecular studies.

MATERIAL AND METHOD

Plant Material and RNA Extraction

Grapevine leaves and annual shoot samples were collected from plants showing virus infection symptoms in the grapevine from the Centre, Erbaa, Niksar and Pazar districts of Tokat during the autumn in 2018 growing period. In total 197 samples, cvs Sultani, Narince, which is the local variety and cv Syrah, were collected and stored at 20 °C until use. Total nucleic acids were extracted from each sample using the main veins of the leaf, petiole, stalks and phloem scrapings of annual shoots. RNA isolation was made according to Li *et al.* (2008)'s protocol with some addititioan modifications.

Molecular Studies

Complementary DNA (cDNA) Synthesis and PCR

Complementary DNA (cDNA) synthesis was performed in a 10 µl total volume and used as a template for PCR analysis. The 5 µl of extracted RNA was used as a template and added to a PCR tube and incubated 5 min at 65°C.

Then the reaction mix containing 1 µl 10X reaction buffer (Wizscript), 0.5 µl 20X dNTP (2.5mM), 1 µl random hexamer primer, 0.5 µl reverse transcriptase enzyme (Wizscript), 0.25 µl RNase inhibitor, 1.75 of nuclease-free water added to the tube. RT reaction was performed with a 10 min incubation at 25 °C, followed by at 37 °C for two h and 85 °C for 5 min.

The PCR was performed with 2.5 µL of cDNA, 0.2 µL of 25mM dNTPs, 2 µL of 25 mM MgCl₂, 5 µL of 5x green reaction buffer and 0.5 µL of 10 µM of each specific primers (Table 1) adding with 0.25 µL of 5 units µL⁻¹ Taq DNA polymerase (GoTaq® DNA Polymerase, Promega Corp., USA) and 16.5 µl dH₂O. PCR amplifications were conducted according to references in Table 1. The PCR products were analyzed by electrophoresis in 1.2 % agarose gel containing 10 mg/ml ethidium bromide and visualized under UV light.

Table 1. The primers used in this study.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan primerler.

Primer	Primer sequence	Long	References
GLRaV 1-F	CGACCCCTTTATTGTTTGAGTATG	401 bp	Martin <i>et al.</i> , 2005
GLRaV 1-R	GTTACGGCCCTTTGTTTATTATGG		
GLRaV 2-F	ATAATTCGGCGTACATCCCCACTT	332 bp	Martin <i>et al.</i> , 2005
GLRaV 2-R	GCCCTCCGCGCAACTAATGACAG		
GLRaV 3- LR3-8504V	ATGGCATTGAACTGAAATT	940 bp	Ling <i>et al.</i> , 2004
GLRaV 3- LR3-9445C	CTACTTCTTTTGCAATAGTT		
GLRaV 4up	CCAAGTGTCTGGGTATAAGGAAT	243 bp	Maliogka <i>et al.</i> , 2008
GLRaV 4do	CCCAGACACCGGTCTATACTIA		
GLRaV 9-F	CGGCATAAGAAAAGATGGCAC	393 bp	Alkowni <i>et al.</i> , 2004
GLRaV 9-R	TCATTCACTGCTTTGAAC		

Sequencing and Phylogenetic Analysis

The PCR products were sequenced in two directions (forward and reverse) with Sanger technology. The obtained nucleotide sequences were analyzed by the program Molecular Evolutionary Genetics Analysis using neighbor-joining method (NJ methods) (software MEGAX (Kumar *et al.*, 2018). The Bootstrap analysis was performed with 1000 replications.

RESULTS AND DISCUSSION

Symptoms

A total of 197 vine samples were collected from Tokat Central, Erbaa, Niksar and Pazar towns in 2018. Symptoms on collected samples included; mosaic, yellowing, green veins-yellowing in interveinal, chlorosis in veins-green color formation in interveinal, color desaturation in veins, vein banding, shape disorders, reddening, necrotic spots, brown spots, mottling, swells, leaf curling inside, increase in leaf teeth, fan-like leaf formation, decrease in a number of clusters and cluster size, decrease in fruit set, irregular (small-large) berry formation, irregular coloration, recess in development and general dwarfness (Figure 1).



Figure 1. a) Mosaic, irregular (small-large) berry formation, chlorosis in veins-green color formation in interveinal, reddening. Şekil 1. a) Mozaik b) İrili ufaklı tane oluşumu c) Damar aralarında sararma d) Kırmızılaşıma.

RT-PCR Results

A total of 197 vine samples were subjected to RT-PCR analysis with a virus or strain-specific primers for diagnosis of GLRaV-1, GLRaV-2, GLRaV-3, GLRaV-4 viruses and GLRaV-9 strain. According to RT-PCR results, virus infection was identified in 106 samples of 197 samples. Of the total samples, 103 (52.28%) were identified as GLRaV-1, 10 (5.18%) with GLRaV-3, 5 (2.53%) with GLRaV-4, 2 (1.03%) with GLRaV-2 and 2 (1.01%) with GLRaV-9 strain infected (Table 2). GLRaV-1 was the most common virus in samples collected from Central and the other parts of Tokat province and it was followed by GLRaV-3. The least infecting rates showed viruses were identified as GLRaV-2 and GLRaV-9 strain.

Table 2. Town-based distribution of identified viruses.

Çizelge 2. Tespit edilen virüslerin ilçelere göre dağılımı.

Town	Number of tested sample	Number of Infected Plants	GLRaV-1	GLRaV-2	GLRaV-3	GLRaV-4	GLRaV-9 strain
Central	47	31	30	–	1	1	–
Erbaa	48	17	17	–	–	–	–
Niksar	21	14	14	1	–	–	–
Pazar	81	44	42	1	9	4	2
Total	197	106	103	2	10	5	2

The symptoms of viruses diagnosed with RT-PCR tests were compared and symptoms observed in GLRaV-1-infected plants included mosaic, vein banding, and reddening, symptoms in GLRaV-3-infected plants included reddening, the symptoms in infected with mixed GLRaV-1 and GLRaV-2 included reddening in leaves.

Phylogenetic Analysis

Sequence information of five isolates infected with GLRaV-1, one isolate infected with GLRaV-2 and one isolate infected with GLRaV-3 were used for phylogenetic analysis. At the end of sequencing analysis, five samples of GLRaV-1 and one GLRaV-2 sample yielded bilateral outcome and one sample of GLRaV-3 yielded reverse outcome and tests were done with these data.

Among RT-PCR positive resulted samples by using specific primers for coat protein duplicate 2 (CPd2) for GLRaV-1, five isolates (UO1-3, UO2-2, UO7-9, Ka3-2, Ka1-3) were selected and sequenced. Sequence data was deposited in the Genbank under the accession numbers MN871916-MN871920. According to phylogenetic analysis, Ka1-3 isolate exhibited similar branching with Australian isolate (AF195822) and the other four isolates showed close similarity with Chilean isolate and generated a separate branching (Figure 2). Five Turkey isolates were grouped into Group 2 with a reference isolate AF195822.

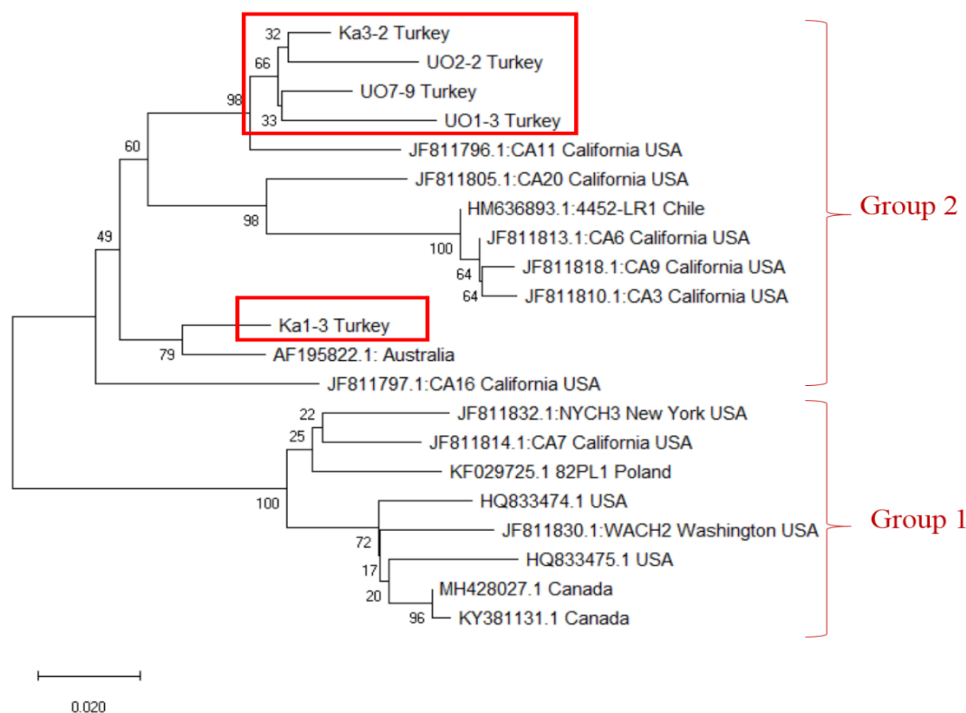


Figure 2. Phylogenetic tree obtained with GLRaV-1. The sequences obtained in this study are shown in the red boxes.

Şekil 2. GLRaV-1 ile elde edilen filogenetik ağaç. Bu çalışmada elde edilen izolatlar kırmızı kare ile işaretlenmiştir.

For the CPd2 analysis, 5 isolates from Turkey and reference isolates from GenBank were used. According to phylogenetic analyses of 5 CPd2 gene sequences of GLRaV-1, two main groups were obtained (Figure 2) as before reported by Alabi *et al.* (2011) and Elçi (2019) and the Turkish isolates were clustered into Group 2 and clustered different cluster in this group. California isolates from the USA (CA11) were found highly similar to Turkish isolates with high bootstrap values. The GenBank sequences obtained from Poland, some isolates from California, Washington and Canada were clustered into Group 1 but none of the Turkish isolates were clustered there (Figure 2).

The 327 bp-long nucleotide obtained with heat shock protein (hsp70h gene region) of GLRaV-2 were compared with the isolates recorded in the GenBank (Figure 3). The G2-4 GLRaV-2 isolate showed 98-99% similarity with the isolates from Canada (KY381141), USA (EU760780), and China and was placed over the same branch in the phylogenetic tree. So far, for GLRaV-2, six variants were reported by researchers, the variant 'Pinot Noir (PN)', 93/955, H4, BD, RG and PV20 (Beuve *et al.*, 2007; Bertazzon *et al.*, 2010). The groups PN and H4 are more common groups. The RG group contains isolates provided from the variety Red Globe obtained in California. The PV20, BD and 93/955 groups were less represented up to now. In our study two GLRaV-2 isolates founded in the surveying area and one isolate (G2-4) was sequenced. According to sequence and phylogenetic analysis results, G2-4 isolates grouped with PN isolates. So far, the PN variant was reported to be most widespread worldwide and associated with leafroll symptoms and graft incompatibility on grapevines. More studies are required to understand the presence of other genetic variants of GLRaV-2 in Tokat vineyards.

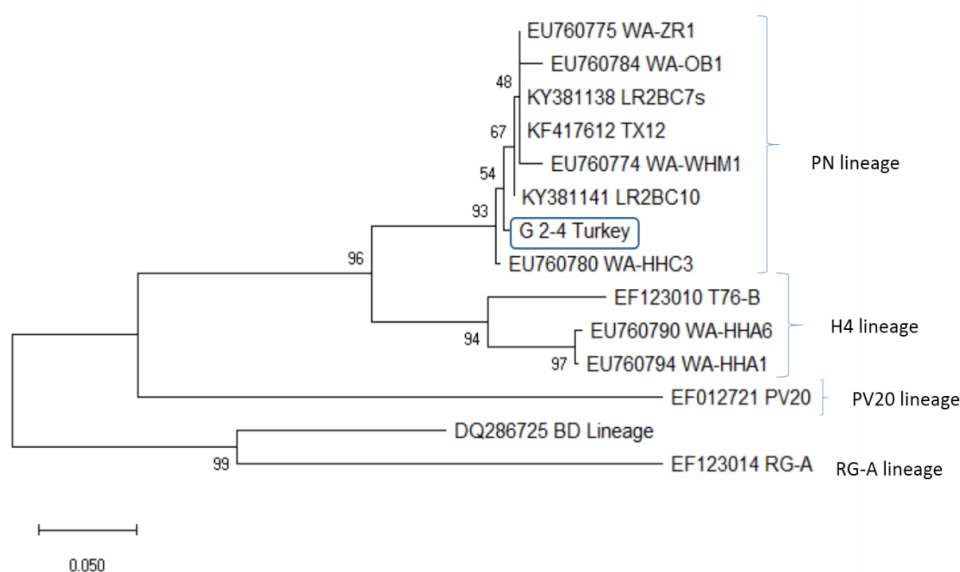


Figure 3: Phylogenetic tree for G2-4 isolate infected with GLRaV-2. The sequences obtained in this study are shown in the blue box.

Şekil 3. GLRaV-2 ile enfekteli G2-4 izolatına ait filogenetik ağaç. Bu çalışmada elde edilen izolatlar mavi kare ile işaretlenmiştir.

The 505 bp-long nucleotides belong to coat protein region of GLRaV-3 was compared with the isolates recorded in the GenBank (Figure 4) and UO3-3 isolate showed 100% similarity with the isolates from China, Brazil, Hungary, and the USA and placed over the same branch in the phylogenetic tree. The isolate exhibited 99% identity with two isolates from Portugal and China and, a separate branching in the phylogenetic tree. When compared the nucleotide sequence of UO3-3, only one base was different from references isolates. However, such one base difference did not generate a difference in the protein. The CP sequences of UO3-3 revealed restricted nucleotide and amino acid divergences among reference isolates, suggesting low variability among the analyzed isolates. The nucleotide sequence of Turkish isolates of UO3-3 GLRaV clustered together isolates from Hungary, USA and Brazil (Figure 3), in group I as defined by Maree *et al.* (2015) and Moura *et al.* (2018) and showed nucleotide and amino acid identities 100 %.

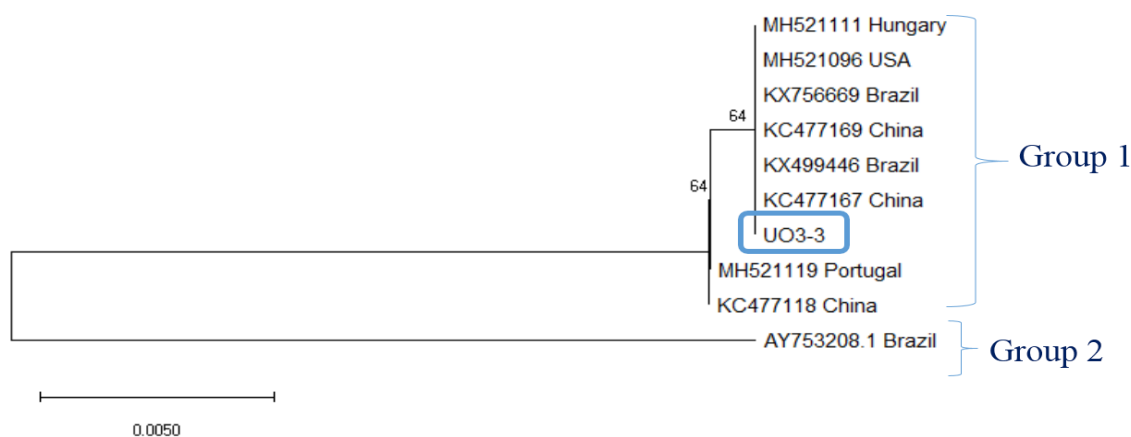


Figure 4. Phylogenetic tree for UO3-3 isolate infected with GLRaV-3. The sequences obtained in this study are shown in the blue box.

Şekil 4. GLRaV-3 ile enfekteli UO3-3 izolatına ait filogenetik ağaç. Bu çalışmada elde edilen izolatlar mavi kare ile işaretlenmiştir.

DISCUSSION AND CONCLUSION

Viral diseases influence culture plants at different levels and cause yield losses. Such a loose continues every year in perennial species like grapevines and can emerge even 10-20 years after planting. Perennial plant species can stay infected throughout the entire lifetime and serve as a source of inoculum. Yield loses in virus-infected trees may vary from season to season. Non-yielding trees with severe infections or in cases with the fast spread of the disease, trees may be cut down. Besides instant loses, continuous economic losses may also be generated until the newly planted trees reach to the full-yield stage.

Viruses result in serious yield losses in cultural plants. Contrary to the other pathogens in plants, there are not any direct control methods for viruses. Since the majority of the methods used in control of viral diseases aim at protection, there is a need for reliable and precise methods or techniques for the diagnosis of viruses. Besides serological methods, molecular methods are also employed in the diagnosis of viral diseases. Since these methods are versatile methods, they yield reliable outcomes (Erkan *et al.*, 2011). Viruses and viroids result in a recess in growth and development, shape disorders, color changes in leaves and yield losses. The most significant viral disease agents of grapevines result in short internodes and leaf curling (Martelli, 2014). GLRaVs generally result in curling, irregular fruit set, general dwarfness and recessed growth in grapevines. They also result in 10-70% yield losses and reduce fruit sugar content. These viruses reduce grafting performance and plant rooting ability and reported in Turkish vineyards (Turkmen, 2014; Onder *et al.*, 2016).

To date, there are several serological studies on GLRaV-1 incidence in grapevine growing areas of Turkey. Ince and Yavuz (2015) diagnosed GLRaV-1 in Eastern Anatolia region through DAS-ELISA tests; Omeroglu (2016) diagnosed GLRaV-1 and GLRaV-3 as the most common viruses in Central, Sarkoy and Marmara Ereglisi towns of Tekirdag province. The other studies conducted for the diagnosis of GLRaV agents revealed that GLRaV-1 and GLRaV-3 were the most common leaf curling agents in grapevines. In the present study, GLRaV-1 and GLRaV-3 were also diagnosed as the most common viral disease agents in vineyards of Tokat province. Turkmen (2014) conducted DAS-ELISA tests in vineyards of Ankara, Manisa, Izmir, Denizli, Nevsehir, Elazığ, Canakkale, Edirne, Tekirdag and Kırklareli provinces and reported GLRaV 4-9 viruses as the most common ones, but GLRaV-4 and GLRaV-9 strain were not common in Tokat province. In another study conducted in Tokat province, Karadeniz *et al.* (2018) used a serological method of DAS-ELISA and diagnosed GLRaV-1 (9%) as the most common disease agent.

In the present study, the molecular method of RT-PCR was used, and GLRaV-1 was diagnosed in more than half of the samples (52%) collected from different districts of Tokat province.. It was observed that GLRaV-3 was also common in vineyards of Tokat province. With this study, GLRaV-2, GLRaV-3 and GLRaV-9 strain viral disease agents were reported for the first time in Tokat province and GLRaV-2 and GLRaV-9 strain were molecularly reported for the first time in Turkey. In this study, GLRaV-2 and GLRaV-9 strain were the least common disease agents.

Literature reviews revealed that this study was the first one conducted at a molecular level for detection of vine viruses in Tokat province. Within the scope of this study, the existence of GLRaV-1, GLRaV-2, GLRaV-3, GLRaV-4 and GLRaV-9 strain viral disease agents was investigated in vineyards of Tokat Central, Erbaa, Niksar and Pazar towns. Present tests revealed that 106 (53.80%) of 197 samples had one or more the investigated disease agents. GLRaV-1 was diagnosed as the most common virus in vineyards of Tokat province and it was followed by GLRaV-3. Among the mixed infections, GLRaV-1 + GLRaV-3 was the most common one. In this study, a high frequency of GLRaV-1 in grapevines was detected with RT-PCR and representative isolates were sequenced. Taken together with the nucleotide comparisons, phylogenetic analysis grouped Turkish isolates into Group 2 as before reported by Alabi *et al.*, (2011). Similarly, Elçi (2019) reported that some Turkey isolates belong to Group 2. According to these results, there is only Group 2 among the Turkish isolates. In previous studies reported that the most divergent region was CPd2 while the lowest region was HSP70h among the GLRaV-1 genes and GLRaV-1 genes have a high genetic variation and the CPd2 gene is the most variable gene (Alabi *et al.*, 2011; Elçi, 2019).

As it was in the world and different regions of Turkey, GLRAV-1 was diagnosed at high levels in vineyards of Tokat province. The other GLRaV agents (GLRAV-3 GLRAV-2, 4 and 9 strain) were also diagnosed in vineyards of Tokat province. Existence of these disease agents even at quite low levels threatens the viticulture of the province. These disease agents are transmitted through different vectors, but the primary transmission material is scions taken from infected plants. In this sense, it is recommended that plant material to be used in grafting and the samplings to be used in vineyard establishments should definitely be composed of registered materials. The present survey revealed for the first time the occurrence of GLRaV-2, and -4 strain 9 on grapevines of Turkey. In conclusion, viral diseases are among the most important problems and cause serious yield losses in viticulture.. Mostly preventive measures are taken against viral diseases and infections. Today, there aren't any control methods except for eradication and cultural measures against viruses. Therefore, early and reliable diagnosis of viruses with the use of modern techniques is a quite significant issue in the control of viral diseases (Onder *et al.*, 2016). Early diagnosis of viral agents in a short time will allow producer to prevent infection and spread of these agents and thus will contribute to the prevention of resultant losses.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

KS: Survey and laboratory studies

ŞT: Planning the study, evaluation of analyzes, design of the article and writing of the article

ACKNOWLEDGMENT

This work funded by Gaziosmanpasa University Scientific Research Projects Division (BAP) coded 2018/52.

REFERENCES

- Al Rwahnih, M., Dolja, V. V., Daubert, S., Koonin, E., & Rowhani, A. (2011). Genomic and biological analysis of *Grapevine leafroll-associated virus 7* reveals a possible new genus within the family *Closteroviridae*. *Virus Research*, *163*(1), 302–309.
- Alabi, O., Rwahnih, J., Karthikeyan, M. A., Poojari, G., Fuchs, S., Rowhani, M., & Naidu, A. (2011). Grapevine leafroll associated virus 1 occurs as genetically diverse populations. *Phytopathology*, *101*(12), 1446-1456.
- Alknowni, R., Rowhani, A., Daubert, S., & Golino, D. (2004). Partial characterization of a new ampelovirus associated with grapevine leafroll disease. *Journal Plant Pathology*, *86*(2), 123–133.
- Bertazzon, N., Borgo, M., Vanin, S., & Angelini, E. (2010). Genetic variability and pathological properties of Grapevine leafroll-associated virus 2 isolates. *European Journal of Plant Pathology*, *127*(2), 185-197.
- Beuve, M., Sempé, L., & Lemaire, O. (2007). A sensitive one-step realtime RT-PCR method for detecting *Grapevine leafroll-associated virus 2* variants in grapevine. *Journal of Virological Methods*, *141*(2), 117-124.

- Buzkan, N., Karadağ, S., Kaya, A., Baloğlu, S., Minafra, A., & Ben-Dov, Y., (2012). Investigating the presence of mealybug species as vectors for viruses in grape growing areas in Turkey. *Canadian Journal of Plant Pathology-Revue Canadienne de Phytopathologie*, 34(2), 298-305.
- Çelik, H. (2013). *Türkiye bağcılığında üretim hedefleri*. Vizyon 2023 Bağcılık Çalıştayı, Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu, Tekirdağ.
- Çelik, H., Ağaoglu, Y. S., Fidan, Y., Marasalı, B. & Söylemezoğlu, G. (1998). *Genel Bağcılık*. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi, Ankara.
- Elçi, E. (2019). Genomic Variability and Recombination Analysis of Grapevine leafroll-associated virus-1 Isolates from Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(3), 319-327
- Erkan, S., Gümüş, M., Paylan, I. C. & Sipahioğlu, H. M. (2011). Bitki Virüslerinin Tanılanmasında Kullanılan Serolojik Yöntemler. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 9(2), 35-49.
- FAO. (2016). FAO-OIV FOCUS 2016. <http://www.fao.org/3/a-i7042e.pdf>. Access date: 18 Mayıs 2019.
- FAO. (2017). Crops datas. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Access date: 18 Mayıs 2019.
- Ince, E., & Yavuz, S. (2015). *Current status of Grapevine leafroll associated viruses in East Mediterranean Region of Turkey*. Proceedings of the 18th Congress of the International Council for the Study of Virus and Virus-like Diseases of the Grapevine, Ankara, Turkey.
- Karadeniz, A., Yagcı, A., Topkaya, S., & Yanar, Y. (2018). Serological Diagnosis of Several Grapevine Virus Agents in Tokat Province and District. *Plant Protection Bulletin*, 58(2), 103-110.
- Kaya, A., & Erilmez, S. (2014). Detection of Viruses in Aegean Region Grapevines. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 43(1-3), 45-57.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., & Tamura K. (2018). MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35, 1547-1549.
- Li, R., Mock, R., Huang, Q., Abad, J., Hartung, J., & Kinard, G. (2008). A reliable and inexpensive method of nucleic acid extraction for the PCR-based detection of diverse plant pathogens. *Journal of Virological Methods*, 154(1-2), 48-55.
- Ling, K. S., Zhu, H. Y. & Gonsalves, D. (2004). Complete nucleotide sequence and genome organization of *Grapevine leafroll-associated virus 3*, type member of the genus *Ampelovirus*. *Journal of General Virology*, 85(7), 2099-2102.
- Maliogka, V. I., Dovas, C. I. & Katis, N. I., (2008). Generic and Species-Specific Detection of Viruses Belonging to an Evolutionary Distinct Lineage within the *Ampelovirus* Genus. *Journal of Virological Methods*, 154(1-2), 41-47.
- Maree, H. J., Pirie, M. D., Bester, R., Oosthuizen, K., & Burger, J. T. (2015). Phylogenomic analysis reveals deep divergence and recombination in an economically important grapevine virus. *Public Library of Science* 10(5), e0126819.
- Martelli, G. P. (2014). Directory of Virus and Virus-Like Diseases of the Grapevine and Their Agents. *Journal of Plant Pathology*, 96(1), 1-136.
- Martelli, G. P., Abou Ghanem-Sabanadzovic, N., Agranovsky, A. A., Al Rwahnih, M., Dolja, V. V., Dovas, C. I., Fuchs, M., Gugerli, P., Hu, J. S., Jelkmann, W., Katis, N. I., Maliogka, V. I., Melzer, M. J., Menzel, W., Minafra, A., Rott, M. E., Rowhani, A., Sabanadzovic, S., & Saldarelli, P. (2012). Taxonomic revision of the family Closteroviridae with special reference to the Grapevine Leafroll Associated members of the genus *Ampelovirus* and the putative species unassigned to the family. *Journal of Plant Pathology*, 94, 7-19.
- Martelli, G. P. (2017). An overview on grapevine viruses, viroids, and the diseases they cause. In B. Meng, G. P. Martelli, D. A. Golino, & M. Fuchs (Eds.), *Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management*, Cham: Springer International Publishing, 31-46.
- Martin, R. R., Eastwell, K. C., Wagner, A., Lamprecht, S., & Tzanetakis, I. E. (2005). Survey for Viruses of Grapevine in Oregon and Washington. *Plant Disease*, 89(7), 763-766.
- Moura, C. J. M., Fajardo T. V. M., Eiras, M., Silva, F. N., & Nickel, O. (2018). Molecular characterization of GSyV-1 and GLRaV-3 and prevalence of grapevine viruses in a grape-growing area. *Scientia Agrícola*, 75(1), 43-51.
- Omeroglu, E. (2016). *Determination of grapevine leafroll virus (GLRAVS) in some grape varieties in grapeyards in Tekirdağ province*. MSc Thesis, Namık Kemal University Graduate School of Natural and Applied Sciences. *Department of Plant Protection*, Tekirdağ.
- Onder, S. (2016). *Detection and characterization of grapevine leafroll-associated viruses (GLRAVs) in Aegean Vineyards*. PhD Thesis, Ege University. *Graduate School of Natural and Applied Science*, İzmir.
- Onder, S., Paylan, I. C., & Gümüş, M. (2016). Detection of Several Important Viral Agents by Real-time PCR in Aegean Vineyards. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 45, 21-29.

Türkmen, Y. (2014). *The detection and prevalence of leafroll viruses in Turkish vineyard*. MSc Thesis, Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Science, Ankara.

Yakar, M. (2017). *Molecular diversity of grapevine leafroll-associated virus-2 (glrav-2) in autochthonous Grapevine varieties in eastern mediterranean and southeast anatolia regions*. MSc Thesis, Kahramanmaraş Sütçü İmam University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kahramanmaraş.



Research Article

Population Density of *Bangasternus planifrons* in Eskişehir Safflower Cultivation Areas

Cenk Yücel* , Aydemir Barış 

Plant Protection Central Research Institute, Ankara, Turkey

Received: 16.07.2021

Accepted: 14.09.2021

Keywords:

Bangasternus planifrons,
Curculionidae, safflower,
distribution, Eskişehir

Abstract. This study was carried out in Eskişehir in 2015 and 2016 to determine the prevalence and density of *Bangasternus planifrons* (Brulle, 1832) (Coleoptera: Curculionidae) in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivation areas. The data obtained from the surveys and samplings carried out in Çifteler, Mahmudiye, Sivrihisar, and Tepebaşı districts, where safflower cultivation was intense, were evaluated. *B. planifrons* was detected in all of Çifteler, Mahmudiye, Sivrihisar, and Tepebaşı districts in 2015, and the infestation rates were determined as 30.40%, 40.40%, 44.36%, and 43.40%, respectively. Similar to the previous year, infestation rates of 15.72%, 35.00%, 28.92%, and 30.13% were determined, respectively. In the districts of Çifteler, Mahmudiye, Sivrihisar, and Tepebaşı, the density of the pest in 2015 was 4.67, 4.16, 5.68, and 3.23 adult individuals/plants while it was 5.16, 3.70, 7.44 and 5.66 adult individuals/plants in 2016. It has been determined by our study that larvae cause damage by feeding on newly formed seeds and economic loss in the safflower.

*Corresponding author

cenkyucel@gmail.com

Eskişehir Aspir Alanlarında *Bangasternus planifrons*'un Populasyonun Yoğunluğu

Anahtar kelimeler:

Bangasternus, Curculionidae,
aspir, yaygınlık, Eskişehir

Özet. Bu çalışma, *Bangasternus planifrons* (Brulle) (Coleoptera: Curculionidae)'nin aspir (*Carthamus tinctorius* L.) ekiliş alanlarındaki yaygınlık ve yoğunluğunu belirlemek amacıyla Eskişehir ilinde 2015 ve 2016 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Aspir ekilişinin yoğun olarak yapıldığı Çifteler, Mahmudiye, Sivrihisar ve Tepebaşı ilçelerinde yapılan sürvey ve örneklemelerden elde edilen veriler değerlendirilmiştir. *B. planifrons*, 2015 yılında Çifteler, Mahmudiye, Sivrihisar ve Tepebaşı ilçelerinin tamamında tespit edilmiş ve sırasıyla %30.40, 40.40, 44.36 ve 43.40 bulaşma oranları belirlenmiştir. Zararının bir önceki yıla benzer şekilde 2016 yılında da sırasıyla %15.72, 35.00, 28.92 ve 30.13 bulaşma oranları saptanmıştır. Çifteler, Mahmudiye, Sivrihisar ve Tepebaşı ilçelerinde zararının 2015 yılındaki yoğunluğu sırasıyla ortalama 4.67, 4.16, 5.68 ve 3.23 adet ergin birey/bitki; 2016 yılında ise sırasıyla ortalama 5.16, 3.70, 7.44 ve 5.66 adet ergin birey/bitki olarak saptanmıştır. Larvalarının yeni oluşan tohumlarda beslenmesi ile zarar oluşturduğu ve üründe ekonomik kayba neden olduğu çalışmamız ile saptanmıştır.

INTRODUCTION

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), an annual oily plant that contains 30-50% oil in its seeds, whose oil can be used in the production of biodiesel, and whose pulp is used as animal feed. Although safflower is an important oil plant for both cooking oil and biodiesel production, it has an important advantage that it does not compete with other oilseed plants due to its high drought resistance. Safflower can be easily grown in arid conditions compared to other oilseed plants such as sunflower, soybean, rapeseed and has increased in importance in recent years in terms of climate changes (Köse, 2017). About 60% of the oil consumed in Turkey is imported. The limited production of existing oil plants and the gradual decrease of irrigable agricultural areas have increased the cultivation of drought-resistant plants such as safflower as an alternative in recent years. Due to the supports given to encourage agricultural production, the safflower cultivation area reached 151.150 da and 21.325 tons in 2020 (Anonymous, 2021).

While 8 species of *Bangasternus* are known in the Palearctic region (Hoffmann, 1954), 3 species are known in our country (Lodos *et al.*, 1978 and 2003). *Bangasternus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) specialized to *Centaurea* species in the Asteraceae family. It is widely used in the biological control of *Centaurea* species in studies conducted around the world. It has been determined that *Bangasternus orientalis* (Capiomont) feeds inside the flower capsule of *Centaurea solstitialis* L. and damages its seeds (Maddox *et al.*, 1991). Sobhian *et al.* (1992a), stated that *B. orientalis* was fed with yellow star-thistle in their laboratory and field trials for the control of yellow star-thistle. Sobhian *et al.* (1992b), stated that the white knapweed (*Centaurea diffusa* Lam.) plant was infected with *B. fausti* at a rate of 72-100%. Although it has been stated that the pest was used as a biological control agent in studies, Damkacı (2013) reported for the first time that *B. planifrons* (Brulle) was a pest in safflower fields in Turkey. Sert and Çağatay (1994) detected the *B. orientalis* (Capiomont) in Kalecik, Çubuk, and Güdül districts of Ankara province. *B. planifrons* (Brulle) is an important pest of safflower in our country. *B. planifrons* feeds on the green parts and seed pods of the plant, causing yield and quality loss in the product (Yücel *et al.*, 2019).

This study was carried out in 2015 and 2016 to determine the prevalence, infestation, and damage of *B. planifrons* causing a decrease in seed quality and quantity in the safflower plant, whose cultivation area has increased in our country in recent years, in Eskişehir.

MATERIAL AND METHOD

The survey and sampling studies were carried out in May-June 2015 and 2016 to determine the prevalence, infestation rates, and density of *Bangasternus planifrons* (Coleoptera: Curculionidae) in the districts where safflower cultivation was carried out in Eskişehir. Sampling areas were given in Table 1.

Table 1. Sampling areas and location information in Eskişehir province.

Çizelge 1. Eskişehir ilinde örnekleme yapılan alanlar ve lokasyon bilgileri.

Year	2015	2016
Çifteler	Eminekin 1 39°21'55 N 31°08'54 E 852 m	Belpınar 39°17'49 N 31°04'02 E 958 m
	Eminekin 2 39°20'53 N 31°07'17 E 921 m	
	Yenidoğan 39°24'44 N 31°01'49 E 943 m	
	Çiftçi 39°26'00 N 31°00'29 E 921 m	
Mahmudiye	Işıklar 1 39°27'54 N 30°58'21 E 933 m	Kaymazıyla 39°29'07 N 31°05'35 E 878 m
	Işıklar 2 39°26'43 N 30°57'50 E 904 m	Yeniköy 1 39°29'26 N 31°04'09 E 934 m
	Mesudiye 1 39°31'50 N 30°55'10 E 891 m	Yeniköy 2 39°29'43 N 31°01'50 E 882 m
	Mesudiye 2 39°32'15 N 30°54'19 E 945 m	İsmetpaşa 39°28'22 N 30°53'42 E 834 m
	Doğanca 39°31'19 N 31°01'02 E 868 m	

Table 1. Continue.

Çizelge 1. Devamı.

Year	2015	2016
Sivrihisar	Mülkköy 39°29'57 N 31°47'59 E 897 m	Aktaş 1 39°18'56 N 31°20'10 E 809 m
	Hamamkarahisar 1 39°29'25 N 31°47'16 E 835 m	Aktaş 2 39°18'40 N 31°18'39 E 894 m
	Hamamkarahisar 2 39°29'06 N 31°46'41 E 821 m	Aktaş 3 39°21'00 N 31°21'51 E 915 m
	Koçaş 39°28'35 N 31°40'19 E 827 m	Kınık 39°25'04 N 31°26'32 E 854 m
	Enstitü field 1 39°45'58 N 30°23'39 E 814 m	Enstitü field 1 39°46'41 N 30°24'15 E 821 m
	Enstitü field 2 39°46'19 N 30°23'35 E 826 m	Enstitü field 2 39°46'47 N 30°23'47 E 804 m

To determine the infestation rate of *B. planifrons* in the field, 100 plants were sampled from 10 different points on the calculation of 10 da by moving in a zigzag pattern in the direction of the diagonals in the field. The number of plants examined was increased according to the size of the sampled site (Jarvis and Guthrie, 1987). The average number of adults per plant was determined by counting the *B. planifrons* adults detected in the sampling plants. The field infestation rate was calculated according to the following formula:

$$\text{Field infestation rate} = (\text{Number of Infested Plants}/\text{Total Plants}) \times 100 \quad (1)$$

Pest prevalence was determined as present or absent, taking into account the field size and not considering the density of the pest in the field. The prevalence rate was calculated according to the following formula:

$$\text{Prevalence rate} = (\text{Infested area}/\text{Total area}) \times 100 \quad (2)$$

The provincial and district infestation rate of the pest was calculated by taking the weighted average. The infestation rate calculated for each field was multiplied by that field size and the multiplying obtained for all fields examined were summed. The infestation rate in the province was calculated by dividing this total by the maximum infestation probability (Bora and Karaca, 1970).

RESULTS AND DISCUSSION

To determine the prevalence and density of *Bangasternus planifrons*, field controls were started in the Çifteler, Mahmudiye, Sivrihisar, and Tepebaşı districts of Eskişehir when the safflower plant had 6-8 leaves. According to the weather climatic condition based on the district, the adults overwintered between 15-21 May in 2015. Moreover, adults switch to the plant and switch to feeding when the weather warms up. The pest causes damage, especially by feeding on the fresh shoots and leaves of the plant. As a result of feeding, necrosis occurs on the leaves and causes complete drying of the leaves in the following period.

In the sampling in 2015, it was determined that the districts of Çifteler, Mahmudiye, Sivrihisar, and Tepebaşı were 100% infested with the pest and reached 30.40%, 40.40%, 44.36%, and 43.40% infestation rates, respectively. There was an average of 4.67, 4.16, 5.68, and 3.23 adult/infested plants in the areas where it was infested, respectively (Figure 1).

In the samplings of 2016, all areas were infested with pests similar to the previous year. It has been observed that chemical control was carried out against the pest in some areas, therefore the prevalence was decreased relatively compared to the previous year. It was determined that infestation rates of the pest were 15.72%, 35.00%, 28.92%, and 30.13%, respectively, in Çifteler, Mahmudiye, Sivrihisar, and Tepebaşı districts. There was an average of 5.16, 3.70, 7.44, and 5.66 adult/infested plants in the infested areas, respectively (Figure 2).

2015

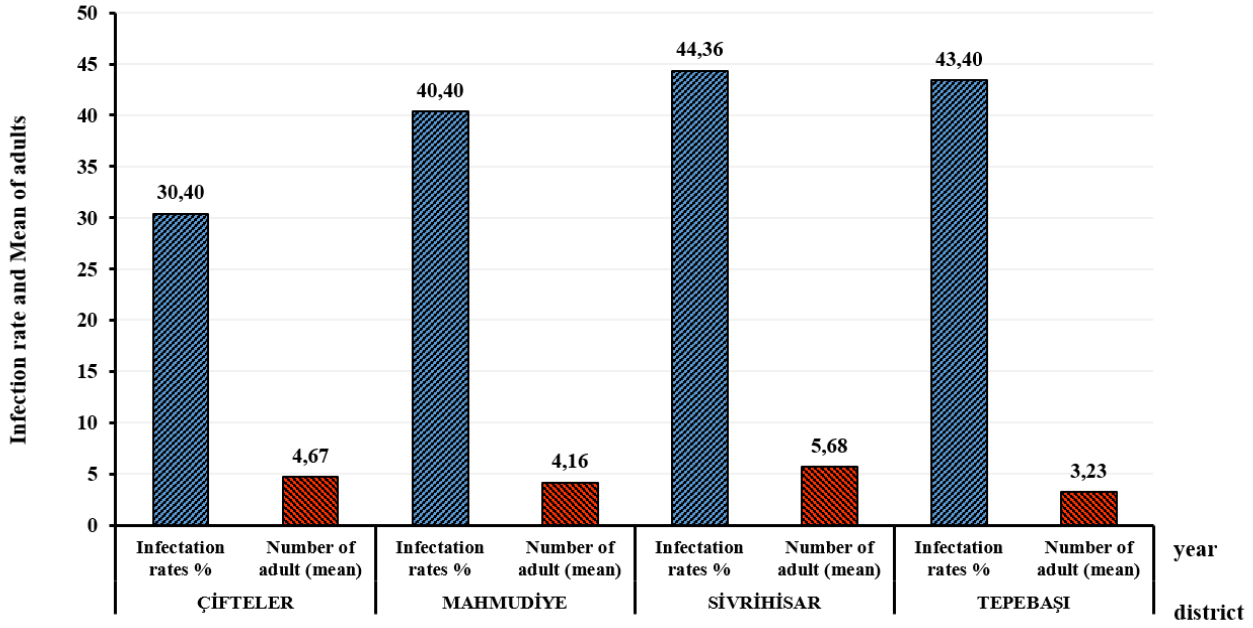


Figure 1. Infestation rates and mean adult individuals (per plant) of *Bangasternus planifrons* in safflower fields in Eskişehir in 2015 by districts.

Şekil 1. Eskişehir ili aspir alanlarında *Bangasternus planifrons*'un 2015 yılında ilçelere göre bulaşma oranları ve bitki başına düşen ortalama ergin sayıları.

2016

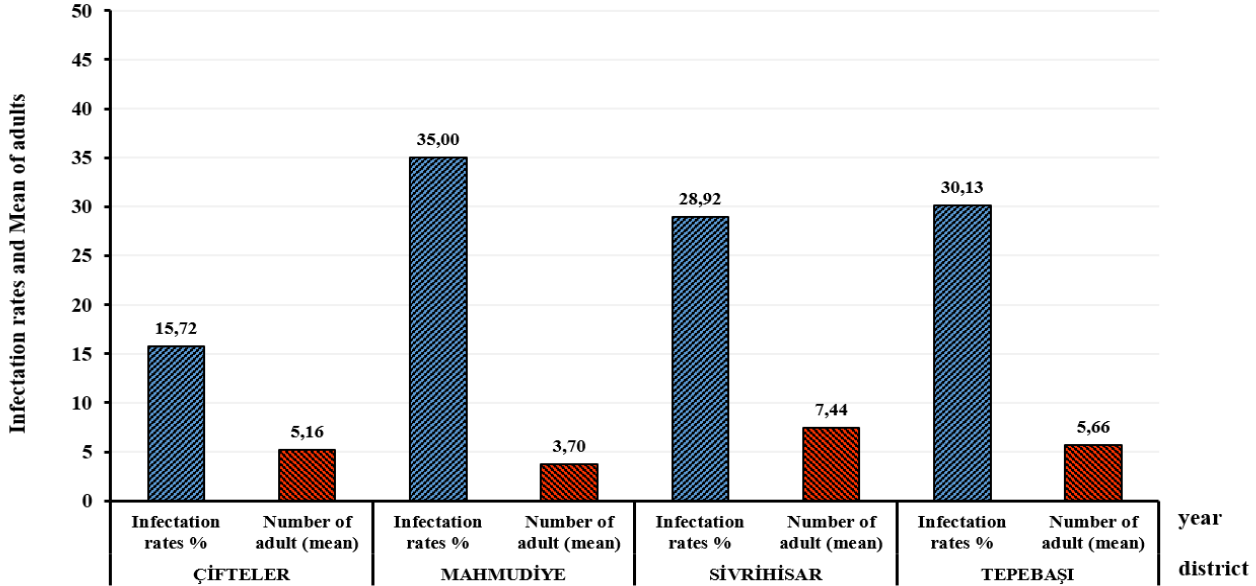


Figure 2. Infestation rates and mean adult individuals (per plant) of *Bangasternus planifrons* in safflower fields in Eskişehir in 2016 by districts.

Şekil 2. Eskişehir ili aspir alanlarında *Bangasternus planifrons*'un 2016 yılında ilçelere göre bulaşma oranları ve bitki başına düşen ortalama ergin sayıları.

As a result of the two-year survey, it was determined that all districts (Çifteler, Mahmudiye, Sivrihisar, and Tepebaşı) of Eskişehir were 100% infested with the pest. Overwintered adults started to appear in mid-May, caused damage to the green parts of the safflower plant, especially to the fresh shoot leaves, in a period of 35-40 days until mid-June. Adults in infested plants mate and lay eggs in the newly formed seed capsule. In the study, the prevalence rate in Eskişehir in 2015 was 100%, the infestation rate was 39.90%, and the mean number

of adults in the infested plants was determined as 4.57 per plant. In the second year of the study, the prevalence rate was 100%, the infestation rate was 28.98%, and the mean number of adults in the infested plants was 4.29.

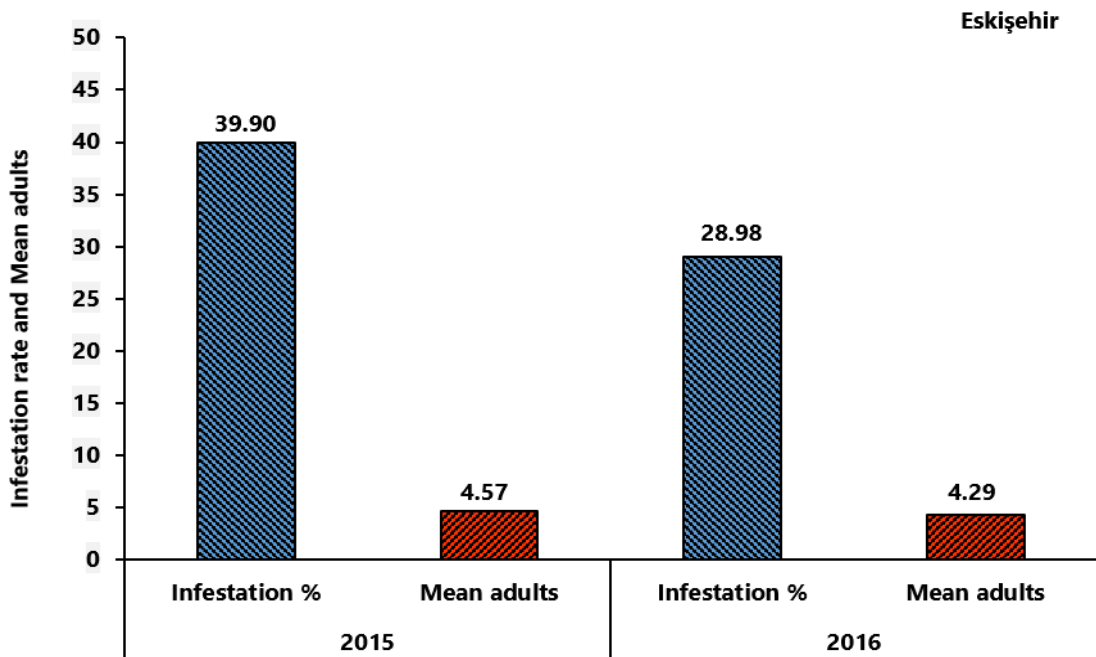


Figure 3. Infestation rates and mean adult individuals (per plant) of *Bangasternus planifrons* in the safflower areas of Eskişehir province in 2015 and 2016.

Şekil 3. Eskişehir ili aspir alanlarında 2015 ve 2016 yıllarında *Bangasternus planifrons*'un bulaşma oranları ve bitki başına düşen ortalama ergin sayıları.

Bangasternus spp. (Coleoptera: Curculionidae) is specialized especially for *Centaurea* species within the family of Asteraceae. It is widely used in the biological control of *Centaurea* species in studies conducted around the world. It has been determined that *B. orientalis* (Capiomont) feeds inside the flower capsule of *Centaurea solstitialis* L. and damages its seeds (Maddox *et al.*, 1991). Although it has been stated that the pest was used as a biological control agent in studies conducted abroad, Damkacı (2013) stated that *Bangasternus planifrons* (Brulle) was a pest in safflower fields for the first time in a study conducted in Konya in 2013. In addition, Yücel *et al.* (2019) determined that *B. planifrons* is an important pest in the safflower fields of Ankara province and feeds on the green parts and flower capsules, causing economic loss. In our study, the pest was common in Eskişehir, where climatic conditions were similar to that of Konya and Ankara, and it caused economic damage.

CONCLUSION

Many factors cause losses in the products obtained as a result of agricultural activities. One of the important biotic factors is insects. Characteristics such as yield, oil rate, and oil yield in safflower production are highly affected by insect damage. *Bangasternus planifrons*, one of the most important pests of safflower, feeding on safflower causes a decrease in product quality and quantity. There is a need for studies on the control of the pest, which is a problem for safflower growers in Eskişehir because the studies conducted in our country are limited and it causes economic damage.

CONFLICT OF INTEREST

Authors have declared no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

Authors declares the contribution of the authors is equal.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank the Plant Protection Central Research Institute, Ankara, Turkey, for the support provided throughout the research work.

REFERENCES

- Anonymous. (2021). Turkish statistical institute. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Access date: 20 Temmuz 2021.
- Bora, T., & Karaca, İ. (1970). *Measurement of Disease and Damage in Cultivated Plants*. Ege University, Faculty of Agriculture Auxiliary Textbook 167, Turkey.
- Damkaci, S. A. (2013). *Insect pests of safflower (Carthamus tinctorius: Asteraceae) and their predators in Konya province*. Master of Science, Selcuk University, Institute of Science , Konya.
- Hoffmann, A. (1954). *Fauna de France, Coleopteres, Curculionides*. Deuxieme Partie, 59, France.
- Jarvis, J. L., & Guthrie, W. D. (1987). Ecological studies of the European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in Boone County, Iowa. *Environmental Entomology*, 16, 50-58.
- Köse, A. (2017). Agricultural performances of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) varieties under Eskişehir conditions. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Science*, 31(2), 1-7.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., & Atalay, R. (1978). *The Study of the Harmful Insects Fauna of Marmara and Aegean Regions [(Curculionidae, Scarabaeidae (Coleoptera); Pentatomidae, Lygaeidae, Miridae (Heteroptera)]*. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Zirai Mücadele Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Turkey.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., Atalay, R., Erkin, E., Karsavuran, Y., Tezcan S., & Aksoy, S. (2003). *Faunistic Studies on Curculionidae (Coleoptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean Regions of Turkey*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Turkey.
- Maddox, D. M., Joley, D. B., Mayfield, A., & Mackey, B. E. (1991). Impact of *Bangasternus orientalis* (Coleoptera: Curculionidae) on achene production of *Centaurea solstitialis* (Asterales: Asteraceae) at a low and high elevation site in California. *Environmental Entomology*, 20(1), 335-337.
- Sert, O., & Çağatay, N. (1994). Systematic studies on the some species of the Genera Sitona, Bangasternus and Larinus (Coleoptera: Curculionidae). *Turkish Journal of Entomology*, 18(4), 223-236.
- Sobhian, R., Campobasso, G., & Dunn, P. H. (1992a). Contribution to the biology of *Bangasternus orientalis* Capiomont (Col., Curculionidae). *Journal of Applied Entomology*, 113(1-5), 93-102.
- Sobhian, R., Campobasso, G., & Dunn, P. H. (1992b). A contribution to the biology of *Bangasternus fausti* (Col.: Curculionidae), a potential biological control agent of diffuse knapweed, *Centaurea diffusa*, and its effect on the host plant. *Entomophaga*, 37(2), 171-179.
- Yücel, C., Barış, A., & Ayten, S. (2019). Determination of the distribution and density of Seedhead weevil [*Bangasternus planifrons* (Brulle) (Coleoptera: Curculionidae) harmful on safflower in Ankara province. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 34(1), 35-39.



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (International Journal of Agriculture and Wildlife Science)

<http://dergipark.org.tr/ijaws>



Araştırma Makalesi

Sanayi İşletmecilerince Algılanan Çevre Sorunları ve Nedenleri (TR83 Bölgesi Araştırması)

Hayati Gönültaş* , Halil Kızılaslan 

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat

Geliş tarihi (Received): 20.04.2021

Kabul tarihi (Accepted): 04.08.2021

Anahtar kelimeler:

Çevre sorunları, TR83 Bölgesi ve tarımsal üretim, sanayi işletmecisi, sanayileşme, farkındalık

*Sorumlu yazar

hgonultas@hotmail.com.tr

Özet. Bu çalışmada, TR83 Bölgesi'ndeki Tokat, Samsun, Çorum ve Amasya illerindeki sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarına yönelik algı ve düşüncelerinin belirlenmesi, farkındalıklarının ölçülmesi ve çevre koruma konusundaki duyarlılıklarının artırılması amaçlanmıştır. Bölgedeki sanayi tesisleri ve tarımsal üretimin tarım arazileri, yer altı ve yer üstü suları ve havaya olumsuz etkilerinin araştırılması amacıyla, bölge illerinden yüzey sularına ve sanayi tesislerine yakınlığı nedeniyle kirlilik etkilerine açık yerler çalışma alanları olarak seçilmiş ve toplam 156 sanayi işletmecisiyle anket yapılmıştır. Sanayi işletmecilerine göre sorunların başında evsel atık ve fosseptik sorunu gelmekte, neden olarak ise çarpık kentleşme görülmektedir. Bu nedenle, su kirliliği ve düzensiz kentleşmeye yol açan etkenler için gerekli tedbirler başvurulmalıdır. Çevre duyarlılığı ve farkındalığı için sanayi işletmecilerine ilgili kuruluşlarca sürekli eğitim verilmelidir.

Environmental Problems Perceived and Causes by Industrial Operators (TR83 Region Survey)

Keywords:

Environmental problems, TR83 Region and agricultural production, industrial operaton, industrialization, awareness

Abstract. In this study, it was aimed to determine the perceptions and thoughts of industrial operators in Tokat, Samsun, Çorum and Amasya provinces in the TR83 Region, to measure their awareness and to increase their sensitivity on environmental protection. In order to investigate the negative effects of industrial facilities and agricultural production on agricultural lands, groundwater and surface water and air in the region, places open to pollution effects due to their proximity to surface waters and industrial facilities were selected as working areas and a total of 156 industrial operators were surveyed. According to industrial operators, domestic waste and septic tanks are the main problems, and unplanned urbanization is seen as the cause. For this reason, necessary measures should be taken for the factors that cause water pollution and irregular urbanization. For environmental awareness and awareness, continuous training should be given to industrial operators by relevant organizations.

GİRİŞ

İnsanların çevreye doğal olmayan bir biçimde etkileri ile oluşan ve toprak, hava, su ve gürültü kirliliği gibi çeşitli şekillerde ortaya konulabilecek düzensizlikler, çevre sorunu olarak adlandırılır. Gerekli tedbirler alınmadığı takdirde çevre sorunlarının tüm dünya ülkelerinin geleceğini tehdit etmesi ise kaçınılmaz olacaktır. İçinde bulunulan yüzyılın en büyük sorunlarından biri, dünyayı ciddi şekilde tehdit eden çevre sorunlarıdır. Bunlar globalleşme etkisiyle uluslararası bir boyuta taşınmış ve küresel çevre sorunları haline gelmiştir (Çağlar, 2017).

Dünya'da var olan çevre kirliliği eko-sistemin dengesini bozmakta ve bunun sonucu olarak küresel ısınma gibi iklim değişikliklerine neden olmaktadır (Kızılaslan ve Kızılaslan, 2009). Aşırı kirlenmeler en çok da çocukları etkilemekte dünyada yılda 1.7 milyon çocuk hayatını kaybetmektedir. Suyun aşırı kirliliği, hava kirliliği en fazla tehdit oluşturan sorunların başında gelmekte, binlerce çocuk hava kirliliği nedeniyle oluşan solunum hastalıklarına yakalanarak yaşamını yitirmektedir. İnsanlar, yeterli temiz su bulunmadığından dolayı ishale ve sivrisinekler sebebiyle sıtma hastalıklarına yakalanmaktadırlar (Anonim, 2017a).

Çevre koruma konusundaki çözüm arayışları daha çok kirliliğin önlenmesi temeline dayanmakta idi. 1980'lerin başında ise "Çevre yönetimi" yaklaşımı benimsenmeye başlanmıştır. İleri ki zamanlarda ise "endüstriyel ekoloji" yaklaşımı gündeme gelmiş ve endüstriyel sistemlerdeki madde ve enerji akışını, akışın çevre üzerindeki etkilerini, teknoloji ve uygulamalarının bu akış üzerindeki etkilerini anlamaya çalışmıştır. Daha sonra ise bunlara toplam kalite yaklaşımı da eklenmiştir. Sonuç olarak ise atık azaltılması, kirlilik önleme, geri dönüştürme, yeniden kullanım, çevreye daha duyarlı ürünlerin tasarımı gibi konulara ilgi ve araştırmalar hızla artmıştır (Yücel ve Ekmekçiler, 2008).

Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkelerinden birinde yaşayan bir kişinin yıllık olarak ortaya çıkardığı atık miktarı 2015 yılı itibarıyla ortalama 500 kilogramdan fazladır. OECD çevre raporuna göre, bu miktar 2000 yılına göre azalma gösterirken, 1990 yılına göre ise artış göstermektedir. Çöplerin toprağa gömme işleminin kullanılmasında Yeni Zelanda, Şili ve Türkiye ilk üçte yer almaktadır. Çöpü yakarak imha eden Japonya önemli bir enerji kazancı sağlarken, imha ettiği çöplerin bir kısmını ise gübreye dönüştürmektedir. Çöpü enerjiye dönüştüren diğer iki ülke Norveç ve Danimarka'dır. Almanya ise geri dönüşümle en fazla gübre üreten ülkedir (Anonim, 2015a). Karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazotmonoksit (N₂O) gazları atmosferde birikerek son 800 000 yılın en yüksek düzeyine ulaşmıştır (Anonim, 2018a).

Çevre sorunlarının yalnızca yerel bir sorun olmadığı, aksine tüm toplumları etkileyen küresel bir sorun olduğu ortadadır. Geçen zaman içerisinde sorunlar büyüyerek iyice karmaşık bir hal almış ve ülkelerin tek başına üstesinden gelemeyecekleri duruma ulaşmıştır. Çevre sorunları gitgide kirliliğin kaynağı ülkeyle sınırla kalmamakta, dünyadaki tüm ülkeleri etkiler boyuta ulaşmaktadır. Sorunların büyüklüğü ise ulusal ve uluslararası olarak yeniden yapılanma ve iş birliği gerektirmektedir. Sağlıklı yaşam için gerekli olan çevre düzenlemeleri önem kazanmakta, bu düzenlemelerin de yeni örgütlenmeler ve hukuki düzenlemeler şeklinde olması gerekmektedir (Kaypak, 2012).

Hindistan'da Delhi şehri de kirlilik seviyelerindeki ani yükselişe karşı savaşmaya devam etmekte ancak, popüler turistik bir yer olan Varanasi en kirli kent olma yönünde hızla ilerlemektedir. Burada Hava Kirliliği Endeksi (AQI), Merkez Kirlilik Kontrol Kurulu'nun (CPCB) verilerine göre endişe verici bir seviye olan 491 PM seviyesine ulaşmıştır. Hindistan'ın şehirleri Ghaziabad (485), Gurgaon (480), Noida (470), Delhi (468)'de kirlilik seviyesinde en üst düzeylere ulaşmıştır (Anonim, 2017b).

Dura (2012), makalesinde ekonominin kıtlığa karşı savaş olarak yapılan faaliyet olduğunu ancak, üretim ve tüketim olarak gösterilen bu faaliyetin kaliteli çevreyi tüketerek kıt kaynak listesine bir yenisini eklediğini belirtmektedir.

New York'taki çevreci bir örgüt Blacksmith Enstitüsü'nün araştırmalarına göre, yeryüzünde çevre sorunlarının çok yaşandığı yerlerin başında bir dönem kimyasal silah olarak kullanılan sârin ve hardal gazlarının üretildiği Rusya'nın Dzerzhinsk şehri ile Zambiya kasabalarından bakır işletmeciliğinin yaygın olduğu Kabve gelmektedir. Enstitüye göre çevre kirliliği dünyada 1 milyar kişiyi ciddi hastalıklara maruz bırakmaktadır. Kirlilikte en yüksek diğer yerler ise şunlardır; Ukrayna-Çerbonil, Dominik Cumhuriyeti-Haina, Peru-La Oroya, Çin-Linfen-, Kırgızistan-Mailuu Suu, Rusya -Norilsk, Hindistan-Ranipet ve Rusya-Rudnaya Pristan'dır (Anonim, 2006).

2018 Birleşmiş Milletler dünya su geliştirme raporuna göre, hızla artmakta olan dünya nüfusu nedeniyle gelecek 30 yıl içinde global olarak gereksinim duyulan su gereksinimin en az 1/3 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Bugün, 2 milyarın üzerinde bir nüfus temiz su kaynaklarına ulaşmamaktadır. Bunun 2050'li yıllarda 3 milyar civarında olacağı tahmin edilmektedir. Dünyadaki atık suların %80'i arıtılmamakta, yaklaşık 1.8 milyar insan kirli suları tüketmektedir (Anonim, 2018b).

Her yıl, ABD tarımında yetmiş civarı kimyasal madde içeren milyarlarca kilo pestisit kullanılmakta ve tatlı su kaynakları kirlenmektedir. Kimyasallar yer altı suyu kirliliğine de yol açmaktadır. 2014 yılında bir kimyasalın Elk

Nehri'ne sızmasıyla Batı Virginia'da yoğun bir su kirliliği oluşmuş, bu durum Charleston şehrinde aşağı havzadaki suyun ve başka 9 bölgenin kirlenmesine yol açmıştır (Anonim, 2019a).

Avrupa Birliğine üye ülkelerince oluşturulan, geleceğe yönelik temiz çevre politikaları, doğal çevrenin yok edilmesine yönelik faaliyetlerden kaçınılması ve sanayileşme esnasında çevre koruma duyarlılıklarının öne çıkarılması çabalarını öngörmektedir. Bu amaçlarla birliğin Amsterdam, Lizbon ve Nice gibi antlaşmaları, çevre ile ilgili somut adımların atılması, kaliteli bir çevre düzeninin sağlanması ve çevre harcamalarının birlikçe finanse edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Aydın ve Çamur, 2016).

Sürekli ve etkin bir çevre denetim sistemi için, çevre konusunda iyi bir eğitim, buna yönelik Sivil Toplum Kuruluşlarının (STK) artırılması, yeni şehir planları yapılması, ormanların artırılması, OSB'lerin kurulması, çöplerin kaynağında ayrıştırılması, kaliteli yakıt, egzoz emisyonlarının kontrolü gerekmektedir. Ayrıca kamu kurum ve kuruluşlarının etkin çalıştırılması ve caydırıcı ceza öngören yasaların konulması, yerel yönetimlerin daha etkin şekilde izleme yöntemlerini kullanması önem kazanmaktadır (Anonim, 2018c).

Organize Sanayi Bölgeleri 1960'lı yıllardan başlayarak Türkiye'nin bölgesel kalkınma politikasında önemli bir araç durumuna gelmiştir. Türkiye'de bölgesel kalkınma politikası araçları bakımından OSB'lere özel yer verilmiştir (Çetin ve Kara, 2008).

İnsan faaliyetleri nedeni ile çevresel değerlerin zarar görmesi sonucunda ortaya çıkan hava, su ve toprağın zamanla niteliğinin bozularak yaşanırılığını yitirmesi, insan gereksinimleri uğruna aşırı tüketildiği için bitki ve hayvan topluluklarının yok olmaya yüz tutması çevre sorunu olarak adlandırılabilir. Daha çok çevre kirliliği olarak görülen bu durum doğal afetler, yanardağlar, şiddetli yağmur ve seller vb. olaylar sonucu ortaya çıkabilmektedir. Ama çevre sorunları çoğunlukla insan kaynaklıdır (Kaypak, 2010).

Ekonomik büyüme, enerjinin ve diğer girdilerin daha çok kullanılması atıklarda artış meydana getirmekte ve buna dayalı olarak çevre kirliliği de hızla artmaktadır. Kirlilik boyutları ise artarak küresel ısınma gibi büyük sorunlara yol açmaktadır. Bu açıdan Avrupa ülkeleri çevre vergisi veya yeşil vergisi gibi değişik önlemlere başvurmaktadır. Türkiye'de de uygulanan çevre temizlik vergisi buna örnek sayılabilecektir (Fındık, 2007).

Türkiye'de çevresel koruma ve ekonomik açıdan büyüme etkileşimi sırasında ekonomik büyümenin çevreyi dikkat almaksızın yaptığı faaliyetlerle gerçekleştirmek istediği amaçların, doğal ve kaçınılmaz bir sonucu olarak çevre sorunları ortaya çıkmaktadır. Ekonomik yetkinliğini kazanan insanlar sonrasında çevre bilincinin de oluşmasıyla çevrenin korunması gerektiği fikrine sahip çıkılmaya başlanılmakta ancak, bu seferde ekonomik büyüme durağanlaşmaya girmektedir (Sancar, 2007).

Endüstrileşmenin yoğun şekilde yaşandığı Trakya Bölgesinde çevresel duyarlılığa sahip olunarak çevre sorunları açısından gerekli tedbirlerin alınması ve yatırımların buna göre sağlanması gerekmektedir. Aynı zamanda çevre konusunda tüm kurum ve kuruluşların iş birliği içerisinde hareket ederek sorunların çözümüne katkı sağlamaları önem arz etmektedir (Dede, 2010).

"Tarımsal Üreticiler ve Sanayi İşletmecilerinin Çevre Sorunlarına Yönelik Algı ve Düşüncelerinin Belirlenmesi (TR83 Bölgesi Araştırması)" isimli doktora tezinden üretilen bu makalede, yapılan anket çalışmaları ile sanayi işletmecilerinin çevre sorunları ve nedenleri konusundaki algılarının ortaya konulması amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE METOT

TR83 Bölgesinde yapılan bu çalışmada bölgede mevcut olan 4 il Tokat, Samsun, Çorum ve Amasya illerindeki sanayi işletmecileri hedef kitle olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ana materyalini, sanayi işletmecileri ile yapılan ankete dayalı yüz yüze görüşmeler sonucu elde edilen birincil veriler ve literatür taramalarından elde edilen ikincil veriler oluşturmaktadır.

Bölgede sanayi işletmecileriyle yapılacak anket sayıları belirlenirken özellikle Organize Sanayi Bölgelerindeki (OSB) işletme sayıları dikkate alınarak örneklem hacmi tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca OSB'de olmayan ama büyük tesis olarak kirletici olacağı düşünülen bir işletme de örneklemeye dahil edilmiştir

Bölge genelinde tüm sanayi işletmecileriyle anket yapılması imkânı bulunmadığından dolayı ana kütleyi temsil eden yeterli miktarda sanayi işletmecisiyle popülasyona uygun bir örneklem hacmi belirlenmiştir. Araştırmada örneklem hacminin belirlenmesinde %5 hata payı ve %95 güven sınır aralığında çalışma yapılmıştır. Sonlu popülasyonlarda standart sapmaya ilişkin bilgiler olmadığında varyans (σ^2) da hesaplanmadığından yerine p ve q alınır. İncelenen birimin popülasyondaki oranı olan "p" bilinmediğinden dolayı bu oran 0.5 olarak alınmış ve sanayi işletmecilerinin örnek hacminin belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$n = \frac{N * (p * q)}{(N-1)D^2 + (p * q)} \quad (1)$$

n = Örneklem hacmi

N=Örnekleme çerçevesine ait toplam birim sayısı

z= Belirli bir güven sınırına tekabül eden z değeri
(%95 Güven sınırı için 1.96)

d= Kabul edilebilir hata (%5 hata) duyarlılık düzeyi

D= Oranın varyansı = (d/z)

p= İncelenen birimin popülasyondaki oranı (0.5)

q= İncelenen birimin popülasyondaki oranın Bir (1) den çıkarılması sonucu oluşan durum (q=1-p)=0.5 (Çiçek ve Erkan, 1996).

Bu çalışmada yukarıdaki formül uygulanarak araştırmanın ana kütlelerini oluşturan işletmelerden Tokat ilinde 46 adet, Samsun ilinde 49 adet, Çorum ilinde 40 adet ve Amasya ilinde 21 adet olmak üzere, bölge genelinde sanayi işletmecileriyle toplam 156 adet anket yapılmıştır.

Sanayi işletmecileri araştırma anketi soruları da 3 bölümden oluşmuştur. Bunlar;

- 1-Sanayi işletmecilerinin demografik ve sosyal özelliklerini belirlemeye yönelik sorular
- 2-İşletme profilini belirlemeye yönelik sorular,
- 3-Çevre sorunlarına yönelik sorulardır.

Çalışmada bölgedeki çevreye ilişkin tutum ve davranışların belirlenmesi için 5'li Likert ölçeğine göre oluşturulan anketlere sanayi işletmecilerince verilen cevaplar değerlendirilmiştir. Buna göre yanıtlar, 1-Kesinlikle katılmıyorum, 2-Katılmıyorum, 3-Fikrim yok, 4-Katılıyorum, 5-Kesinlikle katılıyorum şeklinde olumsuzdan olumluya doğru olup, SPSS istatistik programında elde edilen bilgiler çizelgelerle ortaya konulmaktadır. Ortalamalarda ise 1.00-1.79 kesinlikle katılmıyorum, 1.80-2.59 katılmıyorum, 2.60-3.39 Fikrim yok, 3.40-4.19 katılıyorum ve 4.20-5.00 kesinlikle katılıyorum şeklinde yorumlanmaktadır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sanayi işletmelerinin sosyo-ekonomik durumları irdelenecek olursa; TR83 Bölgesinde erkeklerin oranı yaklaşık olarak %89.1, kadınların oranı ise %10.9 olarak gerçekleşmiştir. Sanayi işletmelerinde yönetim ve sahiplik açısından kadınların oranı çok düşük seviyelerde olduğundan ankete katılanların sayısı çok az miktardadır. Anket yapılan sanayi işletmecilerinden en yüksek katılım erkeklerde Tokat ilinde %91.3 oranla görülmekte iken, kadınlarda ise Amasya ilinde %14.3 oranıyla en fazla katılım görülmektedir. Erkeklerde Çorum katılımcıları %90 ile Tokat'ı izlerken onu Samsun ve Amasya izlemektedir.

Çevreye duyarlı işletmecilik konulu Kahramanmaraş ilindeki araştırmada ankete katılan işletmecilerin %80.2'si erkeklerden, %19.8'i ise kadınlardan oluşmuştur (Ceyhan, 2018).

Ankete katılan sanayi işletmesi sahiplerinin bölge genelinde yaş aralığına bakıldığında 26-40 arası %42.3 ve 41-60 arası %39.1 olarak belirlenmiştir. Buna göre sanayi işletmecilerinin orta yaş grubunda yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. İl bazında ise, en genç yaş olan 18-25 arası grupta %19 ile Amasya ili öne çıkmakta, Samsun %14.3 oranıyla onu izlemektedir. Oran olarak yoğun olan grup 26-40 arası yaş arasında ise %45 ile Çorum öne çıkmakta, Samsun %44.9 ile onu izlemekte, grupta Tokat %41.3 olarak yer almakta, Amasya ise grubun en az oranı %33.3 olarak tanımlanmaktadır. 41-60 arası yaş grubunda Amasya ili %42.9 ile en yüksek oran olarak görülmektedir.

Çevre sorunları ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada çevre sorunlarına gösterilen duyarlılıkta en farklı grubun 56-75 yaş grubu olduğu belirlenmiştir (Tatar, 2021).

Gaziantep'te yapılan bir araştırmada ankete katılan sanayicilerin %80.9'unun 40 yaşın altında olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ise araştırmaya katılan işletmelerdeki yöneticilerin genel olarak genç olduğunu göstermektedir (Özocaklı, 2009).

Medeni durumuna bakıldığında, evlilik oranının %62.5 gibi yüksek bir oranla Çorum ilinin öne çıktığı, onu %61.9 ile Amasya'nın takip ettiği, Tokat ve Samsun'un %50 ile %49 oranla peşlerinden geldikleri görülmektedir. Dul veya ayrılmış olan kısımda da Çorum %25 ile başı çekmekte, onu %17.4 ile Tokat izlemektedir. Bölge genelinde evlilik oranları %54.5 civarında seyrederken, ileri yaş ortalamasına rağmen bekâr kesim %26.9 oranındadır.

Sanayi işletmecilerinin eğitim seviyesinin oldukça iyi olduğu, yükseköğretimin kayda değer ölçüde olduğu söylenebilir. Bölgede yüksek okul seviyesinde %39.7 oranında en yüksek ortalama göze çarpmaktadır. Bu eğitim seviyesinde Tokat %45.7 oranıyla başı çekmekte iken, Samsun %44.9 ile onu izlemekte, Amasya biraz düşük seviyede %38.1 oranıyla gözükmekte ve Çorum ise en düşük oranda %27.5 ile yüksek okul eğitim seviyesine sahip bulunmaktadır.

Gaziantep'te yapılan çalışmada araştırmaya katılanların 45.6'sının lisans, %20.6'sı ön lisans ve %19.1'inin ortaöğretim mezunu olduğu tespit edilmiştir (Özocaklı, 2009).

Sanayi işletmesinde hane halkı genişlikleri ve işletmede aile mensuplarından çalışanlara ait bilgilere göre, işletme sahiplerinin bölge genelindeki ortalama hane halkı sayıları erkeklerde 2.3 kadınlarda ise 1.4 kişiyi geçmemektedir. Aileden işletmede çalışan sayısı ise küçük işletmelerden bazıları hariç olma üzere işletme sahipleri dışında çalışan neredeyse bulunmamaktadır.

İşletmecilerin çağın gerektirdiği tüm iletişim kanallarını kullandığı, bölgede internet kullanma oranlarının %89.7'lerde olduğu, özellikle birçok büyük firmanın kendi Web sitesini kurduğu ve birçoğunun bu site üzerinden iletişim kurduğu belirlenmiştir.

Bölgedeki işletmeler genellikle limited şirket olarak yapılandırılmışlardır. Samsun ilinde %40.8 oranında anonim şirket bulunmakta, limited şirket ise ondan biraz daha fazla olarak %51.0 oranında gözükmektedir. Tokat ise %58.7 oranında limited şirket bulunmakta, Çorum ilinde ise limited şirket oranı %40.0 ve anonim şirket oranı %35.0'dir. Amasya ilinde %81.0 oranında limited şirket bulunmaktadır. Bölge genelinde ise limited şirket %54.5 oranındadır. Bunların ortakları ise çoğunlukla aile fertlerinden oluşmaktadır. Çalışmada köklü ve geleneksel işletmeler bulunmakta, ancak bununla birlikte daha çok 10-15 yıllık deneyime sahip işletmecilerle görüşülmüştür.

Kahramanmaraş'taki çalışmada ankete katılan firmaların 40 tanesinin 1 ila 9 yıl arasında, 41 tanesinin 10 ila 19 yıl arasında, 17'sinin 20 ila 29 yıl arasında ve 23 tanesinin ise 30 yıl üzeri faaliyet gösterdikleri belirlenmiştir (Ceyhan, 2018).

Bölgedeki illerde öne çıkan sanayi işletmelerinde üretilen ürün grupları ve pazarlama anlamında yurt içi ve yurt dışı satışlarına göre Tokat'ta gıda ve tekstil tarzı işletmeler öne çıkarken, Samsun'da gübre, kâğıt ve bazı kimyasal üreten işletmeler olmakla birlikte gıda üretimi öne çıkmaktadır. Çorum'da makine üretim işletmeleri çoğunlukta iken, Amasya'da mermer ve maden işletmeleri öne çıkmaktadır.

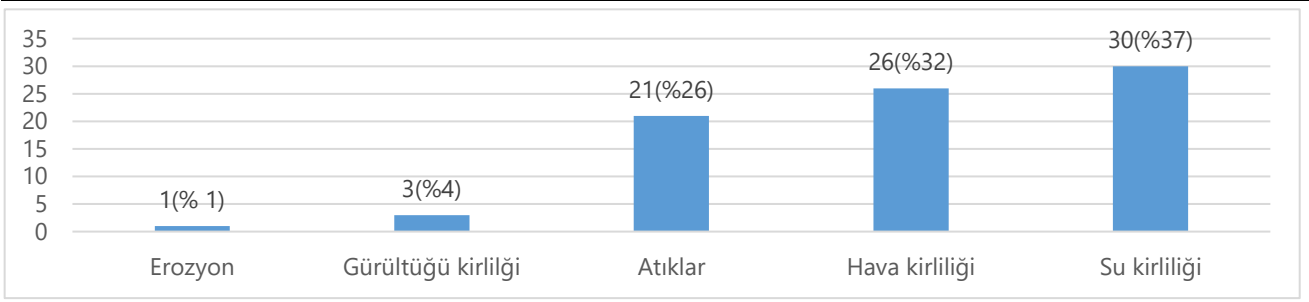
Sanayi işletmelerinin tipi Tokat bölgesinde ağırlıklı olarak aile geçimi ve geliri artırma amaçlı ticari işletmeler şeklinde iken Samsun ilinde ise yüksek gelir elde etme amaçlı sanayi işletmeleri öne çıkmaktadır. Çorum ve Amasya ilinde aile geçimi ve geliri artırma amaçlı ticari işletmeler ve yüksek gelir elde etme amaçlı sanayi işletmeleri birbirlerine yakın olsa da sanayi işletmeleri biraz daha fazla gözükmektedir. Bölgede de sanayi işletmeleri %39.1 oranla ve ticari işletmeler %43.6 oranlardadır.

Gaziantep'te yapılan çalışmada araştırmaya katılan işletmelerin %38.2'ini plastik sektörü, %14.7'sini tekstil sektörü, %13.2'sini ambalaj sektörü ve %11.8'ini ise halıcılık sektörü oluşturmuştur. Buna göre işletmelerin %64.7 oranla tekstil ve plastik sektöründe faaliyet göstermektedir (Özocaklı, 2009).

Atık sorunlarının 1. öncelikli olduğu iller ise 21 adet olup (%26) bunların bazıları; Ağrı, Bilecik, Bolu, Diyarbakır, Düzce, İzmir, Sinop ve Tokat'tır. 2. öncelikli çevre sorunu olduğu il 20 adettir ve (İllerin %25'i) Aksaray, Artvin, İstanbul, Rize, Mardin, Muğla ve Van bunlardan bir kaçıdır. 3. öncelikli çevresel sorun olan iller ise 29 adet olup, %36'ya tekabül etmektedir. Bunlardan bazıları Adıyaman, Ankara, Amasya, Samsun, Sivas, Tekirdağ, Edirne ve Erzurum'dur. Gürültü kirliliği, illerin %3.7'sinde birinci öncelikli sorun olup, bu iller Antalya, Adana ve Eskişehir iken, ikincil önemde görülen sorun olduğu iller, Tunceli ve Sivas (İllerin %2'si)'dir. İllerin %6'sına tekabül eden Çorum, Iğdır, Kahramanmaraş, Karaman ve Sakarya'da ise sorun üçüncü önceliktedir. Erozyon, Türkiye'nin genel sorunu olmakla beraber 2016 yılında Sivas ilinde ilk sırada iken, Kırşehir'de 4.sırada önemli olarak görülmektedir. Toprak kirliliği ise fazla belirgin olamamakla birlikte, Burdur, Çankırı, Şanlıurfa, Karaman, Denizli, Diyarbakır, Mersin, Kırklareli, Batman, Çorum ve Samsun illerinde öne çıkmaktadır (Anonim, 2018d).

Nijerya'daki bir çalışmada çevre sorunlarının insan sağlığı ve tarımsal üretkenliği etkilediği ortaya konulmuştur. Kirlilik sebebiyle yaşam koşulları zorlaşmaktadır. Su yollarının, yer altı sularının ve toprağın kirlenmesiyle artan toprak kısırlılığı ile toprak mikro organizmaları yok olarak tarımsal verimlilik azaltılmaktadır (Ibeji ve Chikaire 2016).

Şekil 1'de Türkiye'de 2016 yılında çevre sorunlarının birinci öncelikli olduğu il sayısı ve oranları yer almaktadır. Buna göre, en büyük sorunun su kirliliği olduğu gözükmekte onu hava kirliliği takip etmektedir (Anonim, 2018d).



Şekil 1. Türkiye'deki çevre sorunlarında birinci öncelikli il sayıları ve oranları.

Figure 1. The first priority numbers and rates of environmental problems in Turkey.

Aşırı ve hızlı tüketim eğilimi insanoğlu için en önemli ve hayati kaynaklar arasında yer alan ve yerine konulması nerdeyse imkânsız olan hava, toprak ve temiz su gibi kaynakların biyoçeşitlilikle beraber kirletilmesi ile neticelenmektedir (Clark, 2007)

Bölgede yaşanan çevre sorunlarına ilişkin sanayi işletmecilerinin algılarının belirlenmesi için yapılan anketler 5'li Likert ölçeğine göre değerlendirilmiştir. Sorulara verilen yanıtların puanlaması 1-Kesinlikle katılmıyorum, 2-Katılmıyorum, 3-Fikrim yok, 4-Katılıyorum, 5-Kesinlikle katılıyorum şeklinde yapılmıştır. Ortalamalarda ise 1.00-1.79 kesinlikle katılmıyorum, 1.80-2.59 katılmıyorum, 2.60-3.39 Fikrim yok, 3.40-4.19 katılıyorum ve 4.20-5.00 kesinlikle katılıyorum şeklinde yorumlanmaktadır.

Çalışmada sanayi işletmecilerinin bölgeye yönelik olarak çevresel algıları çerçevesinde çevre sorunları ve çevre sorunlarının nedenleri incelenmiştir. Ancak, doktora tezinden üretilen bu makalede, çevre sorunu ve nedeni olarak algılanan en fazla öne çıkanlar yansıtılmıştır. Sanayi işletmecilerinin bölgede en büyük çevre sorunu olarak algıladıkları durumların başında evsel atık ve fosseptik sorunu ile çöp-katı atık kirliliği gelmektedir. Hava kirliliği sorunu da önemli bir sorun algısındadır. Toprak kirliliği ve yer üstü su kirliliği Tokat ili dışında pek de önemsenmemektedir. Amasya ilinde en büyük çevre sorunu olarak görülen evsel atık ve fosseptik sorunu olup, bunu sırasıyla Çorum, Samsun ve Tokat izlemektedir.

Atık maddelerin doğaya bırakılması, hayvan ve bitki türlerinin büyüme ve üreme durumlarını olumsuz etkilemektedir. Kirleticiler, biyoçeşitliliği azaltarak ekosistem yapısına zarar vermektedir. Zehirli atıklar, besin zincirleri yoluyla insan sağlığına da zarar vermektedir (Coşkun, 2019).

Sanayi işletmecilerine göre bölge genelindeki çevre sorunları ile ilgili sorulara verilen cevaplar Çizelge 1'de gösterilmektedir. Buna göre kesinlikle katılıyorum cevabı verenlerin oranının %76.3 ile en fazla olduğu evsel atık ve fosseptik en büyük sorun olarak görülmektedir. Likert ölçeğine göre de en yüksek ortalama evsel atık ve fosseptik sorunundadır (4.26).

Çizelge 1. TR83 Bölgesinde sanayi işletmecilerine göre çevre sorunları.

Table 1. Environmental problems according to industrial operators in TR83 Region.

Çevre sorunları	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Fikrim yok		Katılıyorum		Kesinlikle katılıyorum		Anket sayısı	Likert ölçeği
	Sayı	Oran	Sayı	Oran	Sayı	Oran	Sayı	Oran	Sayı	Oran		
Hava kirliliği	42	26.9	12	7.7	3	1.9	6	3.8	93	59.6	156	3.56
Çöp- katı atık kirliliği	24	15.4	14	9.0	-	-	5	3.2	113	72.4	156	4.12
Evsel atık ve fosseptik	25	16.0	10	6.4	-	-	2	1.3	119	76.3	156	4.26

Çevre sorunları arasında en tehlikelilerden birisi de zehirli maddeler yoluyla doğanın kirletilmesidir. Birçok kirletici mevcut iken, kirletici listesine her yıl yenileri katılmaktadır. Bu sebeplerle yaşanan birçok felaket insanları ve doğayı etkilemeyi sürdürmektedir (Görmez, 2015).

Tokat ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarına yönelik algısı incelendiğinde Çizelge 2'de de belirtildiği gibi hava kirliliği ve su kirliliği sorunu (Nehir, dere vb.) önde gelen sorunlar olarak görülmektedir. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2018 yılında 2016 yılı verileriyle yayımladığı Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu'na göre ilde 2. öncelikli sorun olarak gösterilen hava kirliliği ile öncelikli sorun olarak belirtilen su kirliliği yüksek seviyede algılanmaktadır. Oransal olarak karşılaştırıldığında %56.5 kesinlikle katılıyorum cevabıyla hava kirliliği sorunu en başta gelmektedir. Likert ölçeğine göre ise en yüksek ortalamalar hava kirliliği ve su kirliliği

(Nehir, dere vb.) sorununda gözükmemektedir (3.39). Eysel atık ve fosseptik sorunu ise diğer illerin aksine pek de önemsenmemektedir.

Çizelge 2 Tokat ilinde sanayi işletmecilerine göre çevre sorunları.

Table 2. Environmental problems according to industrial operators in Tokat province.

Çevre sorunları	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Fikrim yok		Katılıyorum		Kesinlikle katılıyorum		Anket sayısı	Likert ölçeği
	Sayı / Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Toplam	Ortalama		
Su kirliliği (Nehir, dere vb.)	14	30.4	4	8.7	2	4.3	2	4.3	24	52.2	46	3.39
Hava kirliliği	17	37.0	1	2.2	1	2.2	1	2.2	26	56.5	46	3.39
Eysel atık ve fosseptik	20	43.5	7	15.2	-	-	2	4.3	17	37.0	46	2.76

Tokat'a komşu ve benzerlikleri oldukça fazla olan Sivas'ta da kentleşme ve sanayileşmenin sebep olduğu hava, su, toprak, gürültü ve görüntü kirliliği gibi çevre sorunları oluşmakta, ilin içinden geçen Kızılırmak nehri şehirdeki sanayi tesisleri nedeniyle kirlenmektedir. Özellikle vahşi çöp depolama alanından sızan kirli sular ırmağa karışarak tarımsal üretim topraklarını kirlenmektedir (Ergün, 2008).

Samsun ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarına yönelik algısı incelendiğinde Çizelge 3'de de görüldüğü gibi çöp-katı atık kirliliği ile evsel atık ve fosseptik sorunu önde gelmektedir. Bu durum T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2018 yılında 2016 yılı verileriyle yayımladığı Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu'na göre atıkların 3. öncelikli sorun olduğu iller içerisinde olan evsel atıklar ve fosseptik sorunu noktasında sanayi işletmecilerinin algısının öne geçtiğini göstermektedir. Hava kirliliği sorunu ise raporda bahsedildiği gibi ilin, hava kirliliği sorununun 2. öncelikli sorun olmasıyla örtüşmektedir. Oransal bakıldığında kesinlikle katılıyorum cevabıyla ve %91.8 oranla çöp- katı atık kirliliği sorunu (Likert'e göre 4.73) ile evsel atık ve fosseptik sorunu başta gelmektedir.

Çizelge 3. Samsun ilinde sanayi işletmecilerine göre çevre sorunları.

Table 3. Environmental problems according to industrial operators in Samsun province.

Çevre sorunları	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Fikrim yok		Katılıyorum		Kesinlikle katılıyorum		Anket sayısı	Likert ölçeği
	Sayı / Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Toplam	Ortalama		
Hava kirliliği	9	18.4	4	8.2	2	4.1	2	4.1	32	65.3	49	3.90
Çöp- katı atık kirliliği	3	6.1	-	-	-	-	1	2.0	45	91.8	49	4.73
Eysel atık ve fosseptik	4	8.2	-	-	-	-	-	-	45	91.8	49	4.67

Çorum ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarına yönelik algısı incelendiğinde Çizelge 4'de de belirtildiği gibi evsel atık ve fosseptik sorunu ile çöp-katı atık kirliliği önde gelen sorunlar olarak görülmektedir. Hava kirliliği sorunu ise sanayi işletmecileri açısından kararsızlık noktasında olmasına karşın T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayımladığı Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu'nda belirtilen, ilin hava kirliliğinin 1. öncelikli sorun olduğu iller arasında olmasıyla da kısmen örtüşmektedir. Oransal olarak karşılaştırıldığında ise kesinlikle katılıyorum cevabıyla ve %92.5 oranla evsel atık ve fosseptik sorunu başta gelmektedir.

Çizelge 4. Çorum ilinde sanayi işletmecilerine göre çevre sorunları.

Table 4. Environmental problems according to industrial operators in Çorum province.

Çevre sorunları	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Fikrim yok		Katılıyorum		Kesinlikle katılıyorum		Anket sayısı	Likert ölçeği
	Sayı / Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Toplam	Ortalama		
Hava kirliliği	9	22.5	4	10.0	-	-	2	5.0	25	62.5	40	3.75
Çöp- katı atık	2	5.0	3	7.5	-	-	1	2.5	34	85.0	40	4.55
Eysel atık ve fosseptik	1	2.5	2	5.0	-	-	-	-	37	92.5	40	4.75

Likert ölçeğine göre ise en yüksek ortalama evsel atık ve fosseptik sorununda gözükmektedir (4.75). Amasya ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarına yönelik algısı incelendiğinde Çizelge 5'de de belirtildiği gibi evsel atık ve fosseptik sorunu ile çöp-katı atık kirliliği önde gelen sorunlar olarak görülmektedir. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2018 yılında 2016 yılı verileriyle yayımladığı Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu'na göre atıklar 3. öncelikli sorun olduğu iller arasındadır ve bu sanayi işletmecilerince algılanan sorunların başında gelmektedir. Rapora göre ilde hava kirliliği 2. öncelikli sorun iken sanayi işletmecileri açısından az da olsa önemli görülmektedir. Oransal olarak karşılaştırıldığında ise kesinlikle katılıyorum cevabıyla ve %95.2 oranla evsel atık ve fosseptik sorunu başta gelmekte, Likert ölçeğine göre de en yüksek ortalama evsel atık ve fosseptik sorununda gözükmektedir (4.86).

Çizelge 5. Amasya ilinde sanayi işletmecilerine göre çevre sorunları.

Table 5. Environmental problems according to industrial operators in Amasya province.

Çevre sorunları	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Fikrim yok		Katılıyorum		Kesinlikle katılıyorum		Anket sayısı	Likert ölçeği
	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran			
Hava kirliliği	7	33.3	3	14.3	-	-	1	4.8	10	47.6	21	3.19
Çöp- katı atık kirliliği	2	9.5	2	9.5	-	-	1	4.8	16	76.2	21	4.29
Evsel atık ve fosseptik	-	-	1	4.8	-	-	-	-	20	95.2	21	4.86

Sanayi işletmecilerinin bölgede en büyük çevre sorunu nedeni olarak algıladıkları durumların başında çarpık kentleşme gelirken, arıtma tesislerinin bulunmaması onu takip etmektedir. Nüfus artışı ve çöp-katı atık tesis yetersizliği az da olsa önemsenmektedir.

Tehlikeli ve zehirli maddeler arasında yer alan ağır metaller (kurşun ve cıva vb.), organik klorlu bileşikler (DDT vb.) ve bazı petrol ürünleri hava, kara ve suya bulaşabilir. Ancak asıl tehlikelisi bunların uzun kalış süreleri gösterdiği toprak ve deniz suyudur. Atmosferle taşınan kirleticilerin çökme veya difüzyonla yüzey sularına aktarılması da mümkün bulunmaktadır (Alsmadi, 2007).

Tüketicilerin son yıllarda özellikle küresel ısınma olmak üzere tüm çevresel sorunlara yönelik duyarlılıklarında artış söz konusudur. İnsanın yaşamını sürdürülebilmesi için yaşanan olumsuzlukların tersine döndürülmesi gerekmektedir (Aydın ve Tufan, 2018).

Çizelge 6' da bölge genelinde sanayi işletmecileri tarafından çevre sorunlarının nedenlerine ilişkin sorulara verilen cevaplara göre kesinlikle katılıyorum cevabı verenlerin oranının en fazla %79.5 ile çarpık kentleşme iken, likert ölçeğine göre de neden olarak 4.38 ortalama ile en fazla oran çarpık kentleşmedir.

Çizelge 6. TR83 Bölgesinde sanayi işletmecilerine göre çevre sorunlarının nedenleri.

Table 6. Causes of environmental problems according to industrial operators in TR83 Region.

Çevre sorunu nedenleri	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Fikrim yok		Katılıyorum		Kesinlikle katılıyorum		Anket sayısı	Likert ölçeği
	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran			
Çarpık kentleşme	12	7.7	11	7.1	1	0.6	8	5.1	124	79.5	156	4.38
Nüfus artışı	27	17.3	10	6.4	1	0.6	3	1.9	115	73.7	156	3.85
Çöp-katı atık tesis yetersizliği	33	21.2	28	17.9	9	5.8	11	7.1	75	48.1	156	3.43
Arıtma tesislerinin bulunmaması	19	12.2	19	12.2	10	6.4	13	8.3	95	60.9	156	3.94

Özellikle sanayi bölgelerinin çokluğu nedeniyle iş olanakları bakımından geniş bir istihdam alanına sahip olan Kocaeli, nüfusu son 10 yılda yüzde 28 artmak suretiyle Türkiye'nin en yoğun nüfuslu şehirleri arasında yer almaktadır. Türkiye İstatistik Kurumuna (TÜİK) göre, kent nüfusu 2008 ile 2018 yılları arasında yüzde 28 artarak 1 milyon 906 bin 391'e ulaşmıştır. İl, bu dönemde 199 bin 257 kişilik net göç almıştır. İlde çalışma çağındaki (15-64 yaş) nüfusun toplam nüfus içerisindeki payı yüzde 69.4'ü bulmaktadır. İş olanaklarının çeşitliliği dolayısıyla Anadolu'dan göç alan kentlerden biri olan Kocaeli'nde, nüfusun yüzde 71.2'sini kütüğü başka illerde bulunanlar oluşturmaktadır (Anonim, 2019b).

Tokat ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarının nedenlerine yönelik algısı incelendiğinde Çizelge 7'ye göre çarpık kentleşme ve nüfus artışı büyük nedenler olarak algılanmaktadır. Arıtma tesislerinin bulunmaması ise

kararsızlık noktasındadır. Oransal bakıldığında ise %80.4 kesinlikle katılıyorum cevabıyla nüfus artışı başta gelen neden olurken, likert ölçeğine göre en yüksek ortalama çarpık kentleşme nedeninde gözükmektedir (4.37).

Çizelge 7. Tokat ilinde sanayi işletmecilerine göre çevre sorunlarının nedenleri.

Table 7. Causes of environmental problems according to industrial operators in Tokat province.

Çevre sorunu nedenleri	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Fikrim yok		Katılıyorum		Kesinlikle katılıyorum		Anket sayısı	Likert ölçeği
	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Toplam	Ortalama		
Çarpık kentleşme	2	4.3	6	13.0			3	6.5	35	76.1	46	4.37
Nüfus artışı	4	8.7	5	10.9					37	80.4	46	4.33
Aritma tesislerinin bulunmaması	4	8.7	5	10.9	8	17.4	8	17.4	21	45.7	46	3.80

Samsun ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarının nedenlerine yönelik algısı incelendiğinde Çizelge 8'e göre çarpık kentleşme, nüfus artışı ve arıtma tesislerinin bulunmaması ve çöp-katı atık tesis yetersizliği en büyük nedenler olarak algılanmaktadır. Oransal bakıldığında ise %91.8 ile ve kesinlikle katılıyorum cevabıyla çarpık kentleşme başta gelen neden olurken, likert ölçeğine göre de en yüksek ortalama çarpık kentleşmededir (4.73).

Çizelge 8. Samsun ilinde sanayi işletmecilerine göre çevre sorunlarının nedenleri.

Table 8. Causes of environmental problems according to industrial operators in Samsun province.

Çevre sorunu nedenleri	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Fikrim yok		Katılıyorum		Kesinlikle katılıyorum		Anket sayısı	Likert ölçeği
	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Toplam	Ortalama		
Çarpık kentleşme	2	4.1	1	2.0	1	2.0	-	-	45	91.8	49	4.73
Nüfus artışı	9	18.4	-	-	-	-	-	-	40	81.6	49	4.27
Çöp-katı atık tesis yetersizliği	7	14.3	8	16.3	-	-	1	2.0	33	67.3	49	3.92
Aritma tesislerinin bulunmaması	7	14.3	5	10.2	2	4.1	1	2.0	34	69.4	49	4.02

Çorum ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarının nedenlerine yönelik algısı Çizelge 9'a göre nüfus artışı, çarpık kentleşme ve arıtma tesislerinin bulunmaması en büyük nedenler olarak algılanmaktadır. Çöp-katı atık tesis yetersizliği ise kararsızlık noktasındadır. Oransal olarak bakıldığında ise %85 ile ve kesinlikle katılıyorum cevabıyla nüfus artışı başta gelen neden olurken, likert ölçeğine göre de en yüksek ortalama nüfus artışı nedeninde gözükmektedir (4.53).

Çizelge 9. Çorum ilinde sanayi işletmecilerine göre çevre sorunlarının nedenleri.

Table 9. Causes of environmental problems according to industrial operators in Çorum province.

Çevre sorunu nedenleri	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Fikrim yok		Katılıyorum		Kesinlikle katılıyorum		Anket sayısı	Likert ölçeği
	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Sayı / Oran	Toplam	Ortalama		
Çarpık kentleşme	5	12.5	3	7.5	-	-	4	10.0	28	70.0	40	4.18
Nüfus artışı	3	7.5	2	5.0	-	-	1	2.5	34	85.0	40	4.53
Çöp-katı atık tesis yetersizliği	9	22.5	9	22.5	-	-	-	-	22	55.0	40	3.43
Aritma tesislerinin bulunmaması	5	12.5	6	15.0	-	-	3	7.5	26	65.0	40	3.98

Amasya ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarının nedenlerine yönelik algısı incelendiğinde Çizelge 10'a göre çarpık kentleşme, hayvan atık ve gübrelerinin sulara bırakılması ve arıtma tesislerinin bulunmaması en büyük nedenler olarak algılanmaktadır. Çöp-katı atık tesis yetersizliği ise kararsızlık noktasındadır. Oransal bakıldığında ise %76.2 ile ve kesinlikle katılıyorum cevabıyla çarpık kentleşme başta gelen neden olurken, likert ölçeğine göre de en yüksek ortalama çarpık kentleşmededir (4.24).

Çizelge 10. Amasya ilinde sanayi işletmecilerine göre çevre sorunlarının nedenleri.

Table 10. Causes of environmental problems according to industrial operators in Amasya province.

Çevre sorunu nedenleri	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Fikrim yok		Katılıyorum		Kesinlikle katılıyorum		Anket sayısı	Likert ölçeği
	Sayı / Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı/ Oran	Sayı / Oran	Toplam	Ortalama				
Çarpık kentleşme	3 14.3	1 4.8				1 4.8	16 79.2	21	4.24			
Çöp-katı atık tesis yetersizliği	6 28.6	2 9.5	1 4.8			-	12 57.1	21	3.48			
Aritma tesislerinin bulunmaması	3 14.3	3 14.3				1 4.8	14 66.7	21	3.95			
Hayvan atık ve gübrelerinin sulara bırakılması	2 9.5	2 9.5	1 4.8			3 14.3	13 61.9	21	4.10			

Kentlerin sanayileşmeye dayalı olarak nüfusunun hızla artmasından kaynaklanan kentsel katı atık miktarı her geçen gün artmaktadır (Sedef 2016).

Atık çeşitleri evsel nitelikli ve endüstriyel nitelikli atıklar olarak sınıflandırılabilir. Günlük oluşan evsel nitelikli katı atıkların toplanması vahşi depolama yöntemi olan sağlıklı olmayan yöntemlerle gerçekleştirilmekte ve ilkel ortamlarda bertaraf edilmektedir. Bundan dolayı da katı atık yönetimi, planlaması, şehircilik ve finans konularında sorunlar yaşanmaktadır (Demircan, 2016).

Yapılan bir araştırmadaki tanımlayıcı istatistiksel bulgularında, katılımcıları çevre sorunları açısından en çok endişelendiren durumun küresel ısınma olduğu, onu nüfus artış hızı, temiz su kaynaklarının azalması ve buzulların erimesi takip etmektedir (Tatar, 2021).

SONUÇ

Sanayi işletmecilerinde ankete katılan erkeklerin oranı yaklaşık %89.1, kadınların oranı ise %10.9 gibi düşük bir orandadır. İşletmecilerin %42.3 oranında 26-40 arası yaşa sahip oldukları görülmüştür. Evlilik oranları %54.5 civarındadır. Eğitim seviyelerinin oldukça iyi olduğu ve çağın gerektirdiği iletişim kanallarını kullandıkları görülmüştür.

Ortalama hane halkı sayıları erkeklerde 2.3 kadınlarda ise 1.4 kişiyi geçmemekte, çok az miktarda kadın, işletme sahibi veya yönetici konumundadır. İşletmeler genellikle limited şirket olarak yapılandırılmışlar ve ortakları çoğunlukla aile fertlerinden oluşmaktadır. Köklü ve geleneksel işletmeler bulunmakla birlikte sanayi işletmecilerinin ortalama 10-15 yıllık deneyime sahip oldukları belirlenmiştir. Ticari işletmeler ise %43.6 oranla öne çıkmaktadır. Sanayi işletmecilerinin bölgede en büyük çevre sorunu olarak algıladıkları durumların başında evsel atık ve fosseptik sorunu gelmektedir. Buna göre kesinlikle katılıyorum cevabı verenlerin oranının %76.3 ile en fazla olduğu evsel atık ve fosseptik sorunu en büyük sorun olarak görülmekte iken, likert ölçeğine göre de en yüksek ortalama evsel atık ve fosseptik sorunudur (4.26).

Tokat ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarına yönelik algısı incelendiğinde oransal olarak %56.5 kesinlikle katılıyorum cevabıyla hava kirliliği sorunu en başta iken, likert ölçeğine göre de en yüksek ortalama hava kirliliği sorununda gözükmektedir (3.39).

Raporda atıkların 1. öncelikli sorun olduğu iller kapsamında olan ilde, sanayi işletmecilerinin algısı olan hava kirliliği sorunu raporla örtüşmemektedir.

Samsun ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarına yönelik algısında oransal olarak kesinlikle katılıyorum cevabıyla ve %91.8 oranla çöp- katı atık kirliliği sorunu ile evsel atık ve fosseptik sorunu başta gelirken çöp-katı atık kirliliği sorunu likert'e göre de 4.73'tür.

Rapora göre atıkların 3. öncelikli sorun olduğu iller içerisinde olan evsel atıklar ve fosseptik sorunu noktasında sanayi işletmecilerinin algısı öne geçmektedir.

Çorum ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarına yönelik algısı incelendiğinde oransal olarak kesinlikle katılıyorum cevabıyla ve %92.5 oranla evsel atık ve fosseptik sorunu başta gelirken, likert ölçeğine göre de en yüksek ortalama evsel atık ve fosseptik sorununda gözükmektedir (4.75).

Amasya ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarına yönelik algısında oransal olarak kesinlikle katılıyorum cevabıyla ve %95.2 oranla evsel atık ve fosseptik sorunu başta gelirken, likert ölçeğine göre ise en yüksek ortalama evsel atık ve fosseptik sorununda gözükmektedir (4.86).

Sanayi işletmecilerinin bölgede en büyük çevre sorunu nedeni olarak algıladıkları durumların başında çarpık kentleşme gelirken, arıtma tesislerinin bulunmaması onu takip etmektedir. Nüfus artışı ve çöp-katı atık tesis

yetersizliği az da olsa önemsenmektedir. Bölge genelinde sanayi işletmecileri tarafından çevre sorunlarının nedenlerine ilişkin sorulara verilen cevaplara göre, kesinlikle katılıyorum cevabı verenlerin oranını en fazla %79.5 ile çarpık kentleşme iken, likert ölçeğine göre de neden olarak 4.38 ortalama ile en fazla oran çarpık kentleşmedir.

Tokat ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarının nedenlerine yönelik algısı çarpık kentleşme ve nüfus artışı şeklindedir. Oransal bakıldığında ise %80.4 kesinlikle katılıyorum cevabıyla nüfus artışı başta gelen nedendir.

Samsun ilinde ise çarpık kentleşme, nüfus artışı ve arıtma tesislerinin bulunmaması ve çöp-katı atık tesis yetersizliği en büyük nedenler olarak algılanmaktadır. Oransal bakıldığında ise %91.8 ile ve kesinlikle katılıyorum cevabıyla çarpık kentleşme başta gelen nedendir.

Çorum ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarının nedenlerine yönelik algısı da nüfus artışı, çarpık kentleşme ve arıtma tesislerinin bulunmaması şeklindedir. Oransal olarak bakıldığında ise %85 ile ve kesinlikle katılıyorum cevabıyla nüfus artışı başta gelmektedir.

Amasya ili sanayi işletmecilerinin çevre sorunlarının nedenlerine yönelik algısı incelendiğinde çarpık kentleşme, hayvan atık ve gübrelerinin sulara bırakılması ve arıtma tesislerinin bulunmaması en büyük nedenler olarak algılanmaktadır. Oransal bakıldığında ise %76.2 ile ve kesinlikle katılıyorum cevabıyla çarpık kentleşme başta gelen nedendir.

Daha temiz bir çevre için sanayi işletmecileri çevre konusunda bilinçlendirilmelidir. Çevre duyarlılığının artırılması için de sanayi ile ilgili kurumsal yapılar tarafından sanayi işletmecilerine sürekli eğitimler verilmeli ve farkındalıkları artırılmalıdır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Makalenin konu dizaynı, yöntem, yazımı, istatistiksel analiz ve yorumları H.G. tarafından yapılmıştır. Yönlendirme, kontrol ve düzeltmeler H.K tarafından yapılmıştır.

KAYNAKLAR

Alsmadi, S. (2007). Green marketing and the concern over the environment: measuring environmental consciousness of Jordanian consumers. *Journal of Promotion Management*, 13(3), 339-361.

Anonim. (2006). Dünya üzerinde çevre kirliliğinin en fazla olduğu 10 yer. <http://www.hurriyet.com.tr/dunya/dunyada-cevre-kirliliginin-enfazla-oldugu-10-yer-5284840->. Erişim tarihi: 13 Eylül 2018.

Anonim. (2015a). Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) 2015 çevre raporu (atık üretimi) <https://www.haberler.com/oecd-cevre-raporu-7819771> Erişim tarihi: 30 Ocak 2019.

Anonim. (2017a). Çevre kirliliğinin etkileri. <https://www.ensonhaber.com/cevre-kirliliginin-etkileri.html>-Erişim tarihi: 05 Ocak 2019.

Anonim. (2017b). Why Varanasi's been ranked the most polluted city in India. Why varanasi's been ranked the most polluted city in indiapicture of mridu rai 20idu rai updated: 14 November 2017. Erişim tarihi: 14 Şubat 2019.

Anonim. (2018a). *Dünya Çevre Günü Türkiye Raporu*. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Ankara.

Anonim. (2018b). The united nations world water development report. <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/261424e.pdf>. Erişim tarihi: 27 Ocak 2019.

Anonim. (2018c). Sürekli ve etkin çevre denetim sistemi. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane-> Erişim tarihi: 11 Aralık 2019.

Anonim. (2018d). *Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu, 2016 Yılı Verileriyle*. Yayın No: 40, Ankara.

Anonim. (2019a). Amerika Birleşik Devletleri'ndeki su kirliliği hakkında alarm veren gerçekler. <http://all-about-water-filters.com/water-pollution-in-the-united-states-facts/>-. Erişim tarihi: 21 Haziran 2019.

Anonim. (2019b). Sanayi kenti Kocaeli'nin artan cazibesi nüfusa da yansıdı. <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/sanayi-kentinin-artan-cazibesi-nufusa-da-yansidi/1558439-> Erişim tarihi: 14 Nisan 2021.

Aydın, A. H., & Çamur, Ö. (2016). Avrupa birliği çevre politikaları ve çevre eylem programları üzerine bir inceleme. <http://busbed.bingol.edu.tr/download/article-file/299770->. Erişim tarihi: 24 Ocak 2019.

- Aydın, S. & Tufan, F. (2018). Sürdürülebilirlik ve yeşil kavramları bağlamında y kuşağının satın alma davranışları. *Selçuk Üniversitesi İletişim Fakültesi Akademik Dergisi*, 11(2), 397-420.
- Ceyhan, S. (2018). *Çevreye duyarlı işletmecilik Kahramanmaraş ilinde bir alan araştırması*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Clark, G. (2007). Evolution of the global sustainable consumption and production policy and the united nations environment programme's supporting activities. *Journal of Cleaner Production*. (15), 492-498.
- Coşkun, A. (2019). *Tüketicilerin çevre bilinci ve çevreci tüketici satın alma davranışının incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Çağlar, B. (2017). Küresel çevre sorunları. <https://xyazar.com/kuresel-cevre-sorunlari>. Erişim tarihi: 11 Ocak 2019.
- Çetin, M., & Kara, M. (2008). Bir kalkınma aracı olarak "organize sanayi bölgeleri": Isparta Süleyman Demirel organize sanayi bölgesi üzerine bir araştırma. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 0(31), 49-68.
- Çiçek, A., & Erkan, O. (1996). *Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Yöntemleri*. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Notları, Yayın No: 12.
- Demircan, B. (2016). *Van büyükşehir belediyesi entegre atık yönetimi planı oluşturulması*. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Dede, O. (2010). *Trakya bölgesinde yaşanan çevre sorunları ve sosyo-ekonomik etkilerinin analizi*. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Dura, C. (2012). Çevre sorunları ve ekonomi. <http://www.cihandura.com/tr/makale/> Erişim tarihi: 11 Ekim 2018.
- Ergün, A., 2008. *Sivas şehrinde kentleşme ve sanayileşmeye bağlı çevre sorunları*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Fındık, M. S. (2007). *Türkiye'de çevre kirliliğine yol açan unsurların önlenmesi çerçevesinde yeşil vergi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Görmez, K. (2015). *Çevre Sorunları*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- İbeji, G & Chikaire, J. U. (2016). Chikaire federal university of technology, owerri, imo state, nigeria consequences of environmental pollution on agricultural productivity in developing countries: a case of nigeria. *International Journal of Agricultural and Food Research*, 5(3), 1-12.
- Kaypak, Ş. (2010). *Kent ve Çevre Sorunları*. Basılı Ders Notları. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya.
- Kaypak, Ş. (2012). Çevre hukukunun ulusal ve uluslararası boyutları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10, 206.
- Kızılaslan N., & Kızılaslan H. (2009). Environment sensitivity of the families that immigrated from rural to the urban areas. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2(7), 788-792.
- Özocaklı, D. (2009). *İmalat işletmelerinde çevre duyarlılığı*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Gaziantep.
- Sancar, P. (2007). *Türkiye'de çevre koruma ve ekonomik büyüme ilişkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.
- Sedef, M. (2016). *Katı atık yönetimi*. Uzmanlık Tezi, İller Bankası Anonim Şirketi, 114, Ankara.
- Tatar, A. (2021). Çevresel sorunlara duyarlılığının sürdürülebilir tüketim davranışına etkisi. *International Journal of Management and Administration*, 5(9), 113-114.
- Yücel, M, & Ekmekçiler, Ü., S. (2008). Çevre dostu ürün kavramına bütünsel yaklaşım: temiz üretim sistemi, eko etiket, yeşil pazarlama. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 7, 320-333.



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (International Journal of Agriculture and Wildlife Science)

<http://dergipark.org.tr/ijaws>



Araştırma Makalesi

Kırdan Kente Göç Eden Ailelerin Kız Çocuklarına Yönelik Tutum ve Davranışları (Tokat İli Merkez İlçe Araştırması)

Nuray Kızılaslan^{1*} , Eda Solmaz² 

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat

²Sosyal Güvenlik İl Müdürlüğü, Tokat

Geliş tarihi (Received): 05.05.2021

Kabul tarihi (Accepted): 04.08.2021

Anahtar kelimeler:

Göç, kır-kent, Tokat ili, kırsal aile, kız çocuk

Özet. Bu çalışmada kırdan kente göçün göç eden aile bireyleri üzerindeki etkileri, ekonomik ve sosyal yaşamlarındaki değişimler incelenmiştir. Araştırma, Tokat merkez ilçede belirlenen 21 mahallede yaşayan kırdan göç etmiş 402 aile üzerinde yürütülmüştür. Araştırmada elde edilen veriler faktör analizi ile değerlendirilmiştir. Araştırmada ailelerin kız çocuklarına yönelik tutum ve davranışlarını ölçmek amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Analizde özdeğerleri 1'den büyük olan faktör sayısı 5 olup, bu faktörler toplam varyansın %63.633'ünü açıklamaktadır. Genel olarak ailelerin kız çocuklarının eğitimleri, çalışmaları ve evlilikleri konusunda olumlu tutum içinde oldukları sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, kırdan kente göç eden ailelerin kız çocuklarına yönelik geleneksel düşüncelerden arındığı, onların okumaları ve çalışmalarını önemseydiği, kız ve erkek çocukları arasında ayırım yapmak istemedikleri, cinsiyet eşitsizliğine karşı oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır. Kız çocuklarının güçlendirilmesine yönelik faaliyetlerin sürdürülmesi gerekmektedir.

*Sorumlu yazar

nuray.kizilaslan@gop.edu.tr

Attitudes and Behaviours Toward Daughters of Families That Have Immigrated from Rural to Urban (Tokat Province Central District Research)

Keywords:

Migration, rural-urban, Tokat province, rural family, daughters

Abstract. In this research was examined effects of migration on migratory family members and changes in their economic and social lives. The research was conducted rural families living in 21 neighborhoods on 402 in the central district of Tokat. The data obtained in the study were evaluated by factor analysis. Factor analysis was conducted to measure the attitudes and behaviors of families towards girls. In the analysis, the number of factors with eigenvalues greater than 1 is 5 and these factors explain 63.633% of the total variance. In general, it has been concluded that families have positive attitudes towards the education, work and marriage of girls. In addition, it is revealed that families migrating from rural to urban are cleansed of traditional thoughts about girls, care about their education and studies, do not want to differentiate between boys and girls, and are against gender inequality. Activities aimed at empowering daughters need to be continued.

GİRİŞ

Toplumlarda süresi ve nedenine bakılmaksızın bireylerin yer değiştirmesi sonucunu meydana getiren nüfus hareketleri göç olgusudur. Bu yer değiştirme hareketleri çeşitli faktörlerden dolayı gönüllü veya zorunlu nedenlerle gerçekleşebilmektedir.

Sosyal bilimler bakımından "insanın coğrafi hareketliliği ve bu hareketliliğin sebep olduğu nüfus dinamiği" olarak da açıklanan göç; sebep ve sonuçları açısından çeşitlilik arz eden ve birçok sosyal, ekonomik ve demografik değişimi ortaya çıkarmaktadır (Pala, 2013). Günümüzde dünyada yer alan yoksul ülkelerin sosyo-ekonomik özelliklerinin iyileştirilmesinin yanında sağlık koşullarının da iyileştirilmesine yönelik çalışmalar gündemini korumaktadır (Kızılaslan, 2016).

Birey ve toplum açısından göç, mekânsal bir değişiklik olmasının yanı sıra, birey ve toplumun değerlerinde değişim ve dönüşüme neden olmaktadır. Bu değişim ve dönüşüm bireyleri sosyal, ekonomik ve kültürel olarak etkilemektedir (Ekici ve Tuncel, 2015).

Türkiye'de sanayileşme akımının 1950'li yıllardan sonra hız kazanmaya başlaması iller arasında göçün ortaya çıkmasına neden olmuştur. Nüfus hareketleri gelişmemiş bölgelerden gelişmiş bölgelere doğru başlamış ve ülke iç göç kavramıyla tanışmıştır.

Göçler ülkelerin ya da küçük toplulukların nüfusunun artmasına veya azalmasına etki eden önemli etmenlerden birisidir. Ayrıca nüfusun yaş ve cinsiyet açısından değişmesine de neden olmaktadır. Ortaya çıkan bu değişimler toplumun yapısını, kültürünü, ekonomi, politika vb. bütün faktörlerini kısa sürede etkilemektedir (Karakuş, 2006). Göç süreciyle beraber yeni bir toplumsal çevre oluşmakta, göç edilen yerde uyum sorunları ortaya çıkmaktadır.

Kırdan kente göçü tetikleyen köyün itici güçleri, kentin çekici güçleri ve iletici güçler bulunmaktadır. GSYİH'da tarımın aldığı payın düşmesi, toprak-nüfus baskısı, arazi parçalanması, makinalaşma köyün itici güçlerinden en önemlileridir. Kentte yaşam standartlarının yüksek olması, eğitim, sağlık gibi kaynaklara erişim kolaylığı, sosyal güvence, iş olanaklarının fazla olması kentin çekici güçleridir. Ulaşım ve haberleşme imkanlarının artış göstermesi ise iletici güç olarak kırdan kente göçü tetiklemiştir.

Kentleşme, sanayileşme ve iktisadi gelişmeye bağlı kent sayısının artışı ile kentlerin büyümesini, toplumda artan örgütlenme, uzmanlaşma ve kişilerarası ilişkilerde kentlere özel değişikliklere yol açan nüfus birikim süreci olarak adlandırılmaktadır. Kentleşmenin temel sebebi, daha iyi bir yaşam ümididir (Şahin, 2010).

Kentler toplum hayatını ilk dönemlerden bugüne kadar içinde bulunduğu dönemin özelliğine göre şekillendirmiş ve bugün toplumların kaderini belirleyecek niteliksel düzeye ulaşmıştır. Medeniyetin ve kültürlerin doğup büyüdüğü alanlar olarak kentler günümüzde önceki dönemlere oranla önem derecesi, etkileme hızı ve etki alanı artmış esas olgular arasındadır. Böylelikle mutlak bir yerleşim birimi olmanın ötesine geçmiştir (Geyik, 2010).

Kentleşme olgusunun en temel yönlerinden birisi de yeni bir toplumsal değişim ve şekillenme süreci olmasıdır. Kentleşmeyle nüfus, yeni sosyal ilişkiler ve örgütlenmeyle yeni topluluk meydana getirmektedir. Kır topluluklarına ters ve farklı özellikleriyle kent, gruplaşmaların eşitlendiği örgütlü bir birlik ve sistemli bir bütünlük içindedir (Sencer, 1979). Kentleşme toplumsal değişiminin hem nedeni hem de sonucudur ve insanların doğayla, toplumla, hem de birbirleriyle ilişkileri kökten değiştirmektedir (Erkan, 2010).

Türkiye'de kırdan kente göçün ortaya çıkardığı yığılaşma sürecini yaşayanlar, kent çevresini hızla kaplayan gecekondu kuşağında oturmakta olup, bir yandan kır özelliklerini kentte yaşamaya çalışan, diğer yandan kent özelliklerine uyum sağlamak zorunda olan, kırla kent arasında sıkışmış, hayatlarında zaman zaman kıra olan özlemi sergileyen yeni alt kültürler meydana getirmiştir. Türk toplumunda tarihten beri her zaman var olan göçlerin pek çok yönleri ile aile içi ilişkileri eşitlikçi yöne yöneltmesi, ailede iş birliği ve iletişimi artırması, kadınların çalışma hayatına girişi ile nispeten özgürleşmesini sağlaması, çocukların daha da değerli hale gelmesi gibi birtakım olumlu yönleri sayılabilir. Olumsuz yönleri ise; ailelerde boşanma oranlarını artırması, kuşaklar arası çatışmaları meydana getirmesi, gençlerin yeteri derecede sosyalleşmemesi ve kendi kültürlerine yabancılaşması, alt kültürler meydana getirmeleri olarak ifade edilmektedir (Arpacı ve Tokyürek, 2008). Kırdan kente göç olayının en önemli sonuçlarından biride göç eden insanların kent hayatına uyum sağlayamamasıdır. Kadınlar kendilerine yüklenen roller ve beklentilerden dolayı kentten yeterli düzeyde faydalanamamaktadır (Kızılaslan ve Kurt, 2017). Kırsal alandan kente göç, kent yaşamına uyum ve zihniyet değişimleriyle aile yapısında ve aile içi ilişkilerde bazı değişiklikleri beraberinde getirmiştir. Kız çocuklarının öğrenim olanaklarının artması ve aktif çalışma hayatına daha çok katılmalarıyla birlikte, ailedeki geleneksel cinsiyete dayalı iş bölümü kuralları, işgücü piyasasında ve çalışma yaşamında etkisini hala göstermektedir (Arpacı ve Tokyürek, 2008). Geleneksel aile yapısının kadınların

hayatı üzerinde doğrudan bir etkisi olduğu kadar onların kaynakları, emeği ve geliri kullanma hakkını belirlemede de etkili olmaktadır (Kızılaslan, 2016).

Kırdan kente göç eden ailelerin çocuklarına ilişkin tutum ve davranışları incelenirken kır ve kent arasında kalmış, tezatlık oluşmuş, geleneksel düşünce kalıpları ortada kalmış bir aile yapısıyla karşılaşmak mümkündür. Kız çocuklarının eğitimi, meslek kazanması ve çalışma hayatıyla ilgili olarak birçok sorunla karşı karşıya kalılabilmektedir. Bu durumun sosyal değişimle beraber yavaş da olsa zamanla aşılabileceği söylenebilir.

Yalnızca kır kent farklılığı değil kente uzak ve yakın olan kırsalda dahi tutum ve davranışlar bakımından belli özellikler gösterir. Kente yakın olan köyler kente uzak yaşayanlara göre bazı kentsel davranışlar ve düşünceler bakımından farklılık göstermektedir. Aile şekli, aile genişliği, başlık parası, eğitim, gelir, ulaşım, ürünlerin pazarlanması gibi faktörler uzak köylerin aleyhine gelişmiştir (Kızılaslan, 2006).

Araştırmanın amacı; kırdan kente göç etmiş olan Tokat il merkezinde yaşayan ailelerin kız çocuklarına yönelik tutum ve davranışlarını, kente göçle birlikte gelişen sosyal değişimin aileler üzerindeki etkisini incelemektir. Ayrıca bu çalışmada; ailelerin köyde ve şehirde yaşadıkları süre, nüfus yapısı özellikleri, kız çocuklarına yönelik algıları ile ilgili sorulara cevap aranmıştır. Bununla birlikte kırdan kente göç eden ailelerin yaşam standardının değişmesinde ebeveynlerin kız çocukları üzerindeki rolünün değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Kırdan kente göç eden ailelerin kız çocuklarının özellikle eğitimi ve meslek kazanması üzerinde geleneksel bir tutumun izlenip izlenmediği ve kentte yaşam süresinin aileler üzerindeki kız çocuklarına tutum ve davranışlarının değişimi araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma birincil verilere dayanmakta olup anket çalışması yapılmıştır. Anketin güvenilirliğini test etmek için cronbach's alpha katsayısı hesaplanmış ve anketin genel güvenilirliği 0.708 olarak bulunmuştur.

Araştırmanın evrenini; Tokat ili Merkez İlçe kırsal alanı oluşturmaktadır. Kırdan kente göç eden ailelerin yoğun olarak yaşadığı alanlar tespit edilmiştir. Tokat Belediyesi'nden alınan verilere göre (Anonim, 2019) merkez ilçede 42 mahalle bulunmaktadır. 42 mahallenin %50'si ile çalışılması düşünülmüş 21 mahalle seçilmiştir. Araştırma bölgesi olan 21 mahallenin seçiminde kırdan kente göç etmiş olan ailelerin yoğun olarak yaşadığı ve gecekondu tipi evlerin yaygın olduğu bölgeler olması etkili olmuştur. Bu mahallelerde yaşayan ailelerden tesadüfi olarak seçilmiş olan 402 birey örnek hacmini oluşturmaktadır.

Çizelge 1. Araştırmaya dahil edilen mahalle sayısı ve örneğe giren hane sayısı.

Table 1. The number of neighborhoods included in the study and the number of households included in the sample.

Mahalle no	Mahalle adı	Hane sayısı N ₁	Tabaka ağırlığı N ₁ /N=a ₁	Örneğe giren hane sayısı a ₁ .n=n ₁
1	Alipaşa	2483	2483/28432=0.0873	0.0873x402=35.1071=35
2	Büyükbeybağı	1192	1192/28432=0.0419	0.0419x402=16.8536=17
3	Cami-i Kebir	334	334/28432=0.0117	0.0117x402=4.7224=5
4	Çay	1002	1002/28432=0.0352	0.0352x402=14.1672=14
5	Devegörmez	1346	1346/28432=0.0473	0.047x402=19.0310=19
6	Erenler	1080	1080/28432=0.0379	0.037x402=15.2701=15
7	Gezirlik	498	498/28432=0.0175	0.017x402=7.0412=7
8	Gülbaharhatun	2834	2834/28432=0.0996	0.099x402=40.0699=40
9	Güneşli	584	584/28432=0.0205	0.020x402=8.25710=8
10	Hocaahmet	773	773/28432=0.0271	0.027x402=10.9294=11
11	Kabe-i Mescit	913	913/28432=0.0321	0.032x402=12.9089=13
12	Kaleardı	758	758/28432=0.0266	0.0266x402=10.7173=11
13	Kemer	162	162/28432=0.0056	0.005x402=2.2905=2
14	Küçükbeybağı	660	660/28432=0.0232	0.023x402=9.3317=9
15	Mahmutpaşa	1940	1940/28432=0.0682	0.068x402=27.4296=27
16	Örtmeliönü	765	765/28432=0.0269	0.026x402=10.8163=11
17	Perakende	1120	1120/28432=0.0393	0.039x402=15.8356=16
18	Soğukpınar	1879	1879/28432=0.0660	0.066x402=26.5671=27
19	Topçubağı	515	515/28432=0.0181	0.018x402=7.2815=7
20	Yenimahalle	2538	2538/28432=0.0892	0.089x402=35.8847=36
21	Yeşilirmak	5056	5056/28432=0.1778	0.177x402=71.4867=72
Toplam		$\sum N_i = 28432$	$\sum a_i = 0.999$	$\sum n_i = 402$

Çizelge 1’de araştırmaya dahil edilen ve örneğe giren hanelerin mahalleler bazında dağılımı verilmiştir.

Elde edilen verilerin analizinde, çok sayıdaki parametre arasında ilişkilere dayanarak verilerin daha da anlamlı ve özet bir biçimde sunulmasını sağlayan çok parametrelili bir analiz türü olan faktör analizi kullanılmıştır (Karagöz ve Kösterelioğlu, 2008). Bu yöntemle ailelerin kız çocukları ile ilgili tutum ve davranışlarını gruplandırarak ortak faktörler oluşturmak ve tutum ve davranışlarını daha iyi incelemek amaçlanmıştır. Böylece birçok yargı cümlesini azaltıp basitleştirmek ve daha az değişken oluşturulup Faktör adı olarak isimlendirmek mümkün olmaktadır.

Araştırmada, Tokat ili merkez ilçede yaşayan kırdan kente göç etmiş olan ailelerin kız çocuklarına yönelik tutum ve davranışları Likert tipi ölçekle ölçüklendirilmiştir.

Katılımcılarla ilgili ifadelerle “1=Kesinlikle Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Kararsızım, 4=Katılıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum” olmak üzere cevaplandırmaları istenmiştir.

Araştırmada dikkate alınacak bağımsız değişkenlerin faktör analizine uygunluğunu test etmek amacıyla Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi kullanılmıştır. Bunun yanında da Küresellik testi ile de (Barlett Test of Sphericity) anket sonuçlarının faktör analizi uygulamak için uygun olup olmadığı analiz edilmiştir. Test sonuçlarına göre sonuçlar uygun bulunduğu için verilere faktör analizi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu araştırma, kırdan kente göç eden ailelerin kız çocuklarına yönelik tutum ve davranışlarını Tokat İli Merkez İlçe örneğinde tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

Ailelerin Göç Süreci ile İlgili Bilgiler

İnsanların ekonomik, sosyal, siyasal, dini veya başka dış etkenler nedeniyle hayatlarının geri kalanını geçirmek üzere yaşadıkları ülkeleri, şehirleri, köyleri, kasabaları vb. yerleşim alanlarını değiştirmeleri şeklinde olan göç (Günay ve ark., 2017) toplumda pek çok değişimi de beraberinde getirmektedir. Bireyler daha iyi bir yaşam standardına kavuşmak için mesleki ve sosyal mobilitiyi artırmaktadır. Göç hem gidilen çevrede hem de bireylerde sosyal ekonomik kültürel farklılaşmaya neden olmaktadır.

Göç; toplumsal, ekonomik, kültürel ve siyasal bir olgu olduğu kadar aynı zamanda bireysel bir süreçtir. Göç edenlerin neden göç ettikleri, nereye gittikleri, gittikleri yerlerde ne kadar kalacakları, giderken hissettikleri ve geride bıraktıklarıyla, gittikleri yer ve orada yaşayacakları, bu yerlere uyum süreçleri, özellikle bireysel açıdan oldukça önemlidir (Kızılaslan, 2013).

Göç, kültürel ve coğrafi şekilde birbirlerinden kopuk kişiler arasında iletişim kurulmasına yol açmaktadır. Bu iletişim davranış şekilleri, değişik fikirler, kültürel unsurlar bakımından kendini göstermektedir. Bu kültürel etkiyi belirleyen en önemli faktör, göç edenlerin göç ettikleri yerlerde yaşayanlarla sosyo-kültürel farkları olup olmadığıdır. Sosyo-kültürel farklılığın belli olduğu durumlarda etkileşim ve uyum zor gerçekleşmektedir. Bu hususta temel belirleyici, toplumsal yapının profilidir (Tümtaş ve Ergun, 2016).

Kırdan kente göç ile birlikte kırsal ailelerin kentleşme durumu ortaya çıkmaktadır. Kentleşme, ekonomik ve sosyal niteliği olan bir kavramdır. Ekonomik anlamda kentleşme, kişinin hayatını tamamen kentte sağlaması, sosyal anlamda kentleşme ise, kentlere özgü davranış biçimlerini benimsemesidir (Hatipoğlu, 2008).

Kentleşme, kente özgü toplumsal unsurların yanında fiziksel yapı ve çevre unsurlarıyla bütünleşmenin görüntüsüdür. Kentleşme ile birlikte aile şeklinin değişerek küçülmesi, akrabalık ilişkilerinin zayıflaması, kadının aile içinde rollerinin değişmesi ve ekonomik olarak bağımsızlığını elde etmesi, tüketim harcamalarının artması gibi tutum ve davranışlarda değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Araştırmada öncelikle bireylerin kaç yıl önce göç ettikleri araştırılmış ve Çizelge 2 oluşturulmuştur.

Çizelge 2. Göç etme süresi.

Table 2. Immigration period.

Köyden kente göç etme süresi	Kadın		Erkek		Toplam	
	N	%	N	%	N	%
0-10 yıl önce	51	27.1	90	42.1	141	35.07
11-20 yıl önce	128	68.1	81	37.8	209	51.99
21-30 yıl önce	9	4.8	43	20.1	52	12.94
Toplam	188	100.00	214	100.00	402	100.00

Araştırmaya katılan bireylerden kadınların %68.1'i 11-20 yıl önce köyden göç etmiş iken, %27.1'inin 0-10-yıl önce göç ettiği, erkeklerin ise %42.1'inin 0-10 yıl önce köyden göç etmiş iken, %37.8'inin 11-20 yıl önce göç ettiği görülmektedir. Ailede erkeğin kentin istihdam imkânlarından yararlanıp ekonomik anlamda ailesine daha iyi hayat sunma arzusu, kadınların köyün zor hayat şartlarından kurtulup hem kendinin hem de çocuklarının daha iyi bir geleceğe sahip olması için kentte yaşama arzusu köyden kente göçü süre anlamında da hızlandırmıştır.

Tokat İli Merkez İlçesinde kırdan kente göç eden aileler üzerinde yapılan bir çalışmada, bireylerin ilkököl sonrası eğitiminin çok düşük olduğu, köyde arazilerinin ve akrabalarının bulunmasından dolayı köyle ilişkilerinin kesilmediği, en büyük sorunun işsizlik olduğu, çalışanların ise genellikle işçi olduğu bulunmuştur. Göç eden bireylerde ne kentli ne de köylü kültürü bulunmaktadır. Bu kişiler ara kültüre sahiptir (Gürler ve ark., 2007).

Çizelge 3. Kentte yaşama süresi.

Table 3. Life time in the urban.

Bireylerin kentte yaşama süresi (Yıl)	Kadın		Erkek		Toplam	
	N	%	N	%	N	%
1 yıldan az	2	1.1	6	2.8	8	1.99
1-5 yıl arası	23	12.2	50	23.4	73	18.16
6-10 yıl arası	37	19.7	51	23.8	88	21.89
11-20 yıl arası	116	61.7	74	34.6	190	47.26
21 yıldan fazla	10	5.3	33	15.4	43	10.70
Toplam	188	100.0	214	100.0	402	100.00

Araştırmaya katılan bireylerden kadınların %61.7'si 11-20 yıl arası süreden beri kentte yaşamakta iken, %19.7'si 6-10 yıl, %12.2'si 1-5 yıl, %5.3'ü 21 yıldan fazla ve %1.1'i 1 yıldan az süreden beri kentte yaşadığı tespit edilmiştir. Erkeklerin ise %34.6'sının 11-20 yıl arası süreden beri kentte yaşamakta iken, %23.8'inin 6-10 yıl, %23.4'ünün 1-5 yıl, %15.4'ünün 21 yıldan fazla ve %2.8'inin 1 yıldan az süreden beri kentte yaşadığı görülmektedir. Araştırma kapsamındaki ailelerin büyük çoğunluğunun kentte yaşama sürelerinin köyde yaşama sürelerinden daha da fazla olduğu söylenebilir. Erkeklerin kadınlara göre kente daha önce geldikleri kendilerinin düzenini sağladıktan sonra eşlerini yanlarına aldıkları yönünde yorumlanabilir.

Çizelge 4. Ailelerin köyden ilk olarak göç ettikleri yer.

Table 4. The place where families first migrated from the village.

Köyden ilk olarak göç edilen yer	Kadın		Erkek		Toplam	
	N	%	N	%	N	%
Tokat merkeze	166	88.4	173	80.9	339	84.32
İlçe merkezine	10	5.3	17	7.9	27	6.72
Beldeye	4	2.1	6	2.8	10	2.49
Başka bir köye	1	0.5	-	-	1	0.25
Büyükşehre (Ankara,İstanbul vb)	7	3.7	18	8.4	25	6.22
Toplam	188	100.0	214	100.0	402	100.00

Araştırmaya katılan ailelerden kadınların %88.4'ü köyden ilk olarak Tokat merkeze, %5.3'ü ilçe merkezine, %3.7'si büyük şehir, %2.1'i beldeye ve %0.5'i başka bir köye göç etmiştir. Erkeklerin ise %80.9'u köyden ilk olarak Tokat merkeze, %8.4'ü büyük şehir, %7.9'u ilçe merkezine ve %2.8'i beldeye göç etmiştir. Araştırmadan ailelerin büyük çoğunluğunun köyden ilk olarak şehir merkezine göç ettikleri sonucu çıkmaktadır.

Ailelerin köyden ilk olarak göç ettikleri yere yaş gruplarına göre bakıldığında 23-30 ve 39-46 yaş grubunun öncelikle ilçe merkezi, 31-38 yaş grubunun belde, 47-54 ve 55-63 yaş grubundakilerin ise Tokat Merkez'e göç ettikleri görülmektedir.

Çizelge 5. Ailelerin köyden ilk olarak göç ettikleri yerin yaş gruplarına göre dağılımı

Table 5. Distribution by age group of the place where families first migrated from the village

Yaş grupları	Bireylerin köyden ilk olarak göç ettikleri yer											
	Tokat merkez		İlçe merkezi		Belde		Başka bir köy		Büyük şehir		Toplam	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
23-30	26	7.7	6	22.2	2	20.0	-	-	1	4.0	35	8.71
31-38	87	25.7	8	29.6	5	50.0	1	100.0	4	16.0	105	26.12
39-46	98	28.9	8	29.6	2	20.0	-	-	9	36.0	117	29.10
47-54	87	25.7	4	14.9	1	10.0	-	-	7	28.0	99	24.63
55-63	41	12.0	1	3.7	-	-	-	-	4	16.0	46	11.44
Toplam	339	100.0	27	100.0	10	100.0	1	100.0	25	100.0	402	100.00

Çizelge 6. Kente göç etme nedenleri.

Table 6. Reasons to migrate to the urban.

Nedenler	Kadın		Erkek		Toplam	
	N	%	N	%	N	%
İş bulmak	109	58.0	109	50.9	218	54.23
Eğitim almak	40	21.3	58	27.1	98	24.38
Şehirde yaşayan akrabalarına yakın olmak	11	5.9	11	5.1	22	5.47
Zengin olmak	-	-	7	3.3	7	1.74
Sağlıktan yararlanmak	3	1.6	9	4.2	12	2.98
Töreler (kan davası, namus davası vb.)	-	-	2	0.9	2	0.5
Diğer (Daha iyi bir yaşam, evlilik, iklimini sevdiğinden, görevi, işi, nakil)	25	13.2	18	8.5	43	10.70
Toplam	188	100.0	214	100.0	402	100.00

Araştırmaya katılan ailelerden kadınların kente göç etme nedenleri arasında birinci sırada %58.0 oran ile iş bulmak, ikinci sırada %21.3 oranla eğitim olanaklarından yararlanmak yer almaktadır. Erkeklerin ise kente göç etme nedenleri arasında birinci sırada %50.9 oran ile iş bulmak, ikinci sırada %27.1 ile eğitim olanaklarından yararlanmak yer almaktadır.

Ailelerin Kız Çocuklarına Yönelik Tutum ve Davranışlarına İlişkin Yargular

Aile kurumunun sürekli gelişim ve değişim sürecine bağlı olarak çocuklarını yetiştirme ve çocuklarıyla arasındaki ilişkilerde geçmişten günümüze farklılık bulunmaktadır. Ailenin temel sorumluluğu çocuklarını iyi yetiştirmeye çaba göstererek topluma kazandırmaktır. Ailelerin bu sorumluluklarının temeli ise iyi çocuk yetiştirmeye dair olumlu davranışlar geliştirmeleridir (Şahin ve Cevher, 2007).

Çocuğun gelişiminde annenin önemi yadsınamaz. Ancak babanın rolü bu gelişimi tamamlayıcılık rolü üstlenir. Baba ve anneye kurulan iyi ilişkiler çocuğun gelişimini fiziksel ve psikolojik anlamda korumakta ve geliştirmektedir. Anne ve babalarıyla tatminkâr bir ilişkiyi sahiplenerek büyüyen kız çocukları gelecekte kendine güvenen, uygun eş seçimleri yapan, yakın ilişkiler kurabilen, duygusal ve psikolojik açıdan sağlıklı tepkiler verebilen, mantıklı ilişkiler kurabilen kadınlar olacaklardır.

Kadınla erkeğin aile içindeki rollerinde, aile içi iletişimde ve çocuğun yetiştirilme tarzında; eğitim düzeyindeki artış, daha çok kadının iş hayatına yönelmesi, televizyon, internet, sosyal medya araçlarının yayılım göstererek yoğun şekilde izleniyor olmasının insanların tutumlarında ortaya çıkardığı yansımalar değişiklik yaratabilmektedir.

Ailelerin kız çocuklarına yönelik yargı ve düşünceleri Çizelge 7'de verilmiştir.

Araştırmada ailelerin kız çocuklarına ilişkin algıları genel olarak değerlendirildiğinde bakış açısı olarak demokratik ve kız çocuklarının güçlendirilmesi gereği yönündedir. Aileler kız çocuklarının toplumsal cinsiyet algısına göre farklı bir kategoride olmamaları yönünde algıya sahip görülmektedir. Kız çocuklarının toplum içinde güçlü olmaları için eğitim almaları, çalışmaları, ekonomik özgürlüğe sahip olmaları, yasal ve sosyal haklardan eşit şekilde yararlanmaları, cinsiyet ayrımı gözetmeksizin tüm faaliyetler içerisinde yer almaları konusunda düşünce yapısına sahip oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 7. Kız çocuklarına yönelik yargı ve düşünceler.
 Table 7. Thoughts and judgments towards daughters.

Yargılar	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum	Ortalama Puan
	5 %	4 %	3 %	2 %	1 %	-
1.Bir kız çocuğu için ilkokulu bitirmesi yeterlidir	6.5	8.2	1.0	25.1	59.2	1.77
2.Kız çocuğu kızlara uygun mesleklerde çalışmalıdır (ebe,hemşire..)	19.9	22.6	8.0	26.1	23.4	2.89
3.Kız çocuğunun çalışmasına ailesi karar verir (anne,baba ve kardeşleri)	13.4	16.7	8.2	33.6	28.1	2.53
4.Kızların ve kadınların en önemli görevi çocuklarına bakmak ve evi temizlemektir	7.5	13.4	8.0	36.6	34.6	2.22
5.Kız çocukları evde ve dışarıda çalışmak istediklerine kendileri karar verirler	32.3	30.3	10.4	21.4	5.5	3.62
6.Kızlar sadece tarlada ve bahçede çalışabilirler	2.7	4.0	2.2	36.1	55.0	1.63
7.Kız çocukları evde oturup çeyizini hazırlamalıdır	4.2	7.2	3.7	37.1	47.8	1.83
8.Kız çocukları dışarıda çalışıp para kazanmalı ve çeyizini hazırlamalıdır	5.2	21.1	15.2	30.3	28.1	2.45
9. Kız çocukları dışarıda çalışıp aile bütçesine katkıda bulunmalıdır	11.7	33.3	17.4	21.1	16.4	3.02
10.Kız çocukları ayaklarının üzerinde durabilmesi için okumalıdır	65.09	24.1	4.0	3.0	3.0	4.47
11.Kız çocukları kendi toplumsal statüsünü artırmak için çalışmalıdır	45.5	33.1	8.7	9.2	3.5	4.07
12. Kız çocukları ekonomik özgürlüğe sahip olabilmelidir	51.5	35.3	6.0	5.0	2.2	4.28
13. Evlilikte çocuk sahibi olma kararını eşler birlikte vermelidir	61.4	33.1	1.5	1.2	2.7	4.49
14. Kızlar ekonomik bağımsızlıklarını kazandıklarında ailelerinden ayrı yaşayabilmelidir	12.9	13.7	9.7	33.8	29.9	2.46
15. Bir genç kızın evleneceği kişiyi seçmesinde son kararı babası vermelidir	18.4	20.6	10.0	27.1	23.9	2.82
16.Ailenin maddi imkânlarından kız ve erkek çocuklar eşit faydalanmalıdır	58.0	33.6	2.2	3.7	2.5	4.40
17. Eşler boşandığında mallar eşit paylaşılmalıdır	51.2	34.8	6.5	4.7	2.7	4.24
18. Eşinin maddi gücü yeterli değilse kız çocukları evlendiklerinde çalışmalıdır	13.9	23.6	15.4	28.9	18.2	3.09
19. Mesleki gelişim olanaklarından kız ve erkek çocuklar eşit olarak yararlanmalıdır	54.0	35.6	3.7	4.7	2.0	4.34
20. Alışveriş yapma, fatura ödeme gibi ev dışı işlerle erkek çocuklar ilgilenmelidir	16.2	20.4	10.4	36.3	16.7	2.09
21. Ailede kazancın nasıl kullanılacağına erkek karar vermelidir	13.4	16.7	7.5	36.1	26.4	2.54

Tokat ilinde yapılan bir araştırmada kırdan kente göç eden kadınların %79.25'i kız çocuklarının okumasını istediklerini bunun nedenini de en fazla gelecekte kızlarının sosyal statüsünün artması için (%98.11) istediklerini belirtmişlerdir (Kızılaslan, 2013).

Kırsal alanda kadınlara yönelik toplumsal cinsiyet algısını belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada, kadının çalışma hayatı ile ilgili önermeler genel olarak incelendiğinde, kırsal alanda yaşayan kadınlar, kadınların çalışma hayatına girmesine erkeklere nazaran daha sıcak bakmaktadır. Kırsal alanda yaşayan kadınlar kadınların ticaret yapmalarına, kadınların yönetici pozisyonunda olabileceklerine, evlendikten sonra da çalışmalarına, kadınların çalışma hayatının ev işlerini aksatmayacağına ve anne olduktan sonra da çalışabileceklerine erkeklere nazaran daha fazla inanmaktadır. Erkeklerin ise daha geleneksel bir tutum içinde oldukları ailenin gelirinin erkekler tarafından sağlanması gerektiği ve kadının kocasından fazla para kazanmaması gerektiği görüşündedir (Çukur ve

ark., 2020). Başka bir çalışmada, toplumsal cinsiyet rollerine kadınların erkeklere göre daha eşitlikçi, daha demokratik ve daha aktif bakış açısıyla değerlendirdikleri görülmüştür (Kızılaslan ve Yamanoğlu, 2010).

Toplumsal cinsiyet konusunda bilinçli bir toplum haline gelmek gerekmektedir. Kadını güçlendirmek, çevresini ve olayları değiştirebilecek bir pozisyona getirmekle söz konusudur. Yaşamını yönlendirme gücü, yaşamı ile ilgili seçeneklere sahip olma, fırsat ve kaynaklara erişme, kendine güven ve saygı bu pozisyonlardan bazılarıdır. Eğitim, iş geliştirme, liderlik, eşit fırsat, sağlık, güvenlik, şiddet görmeme, toplumsal katılım, şeffaf anlayış, krediye erişim kadının güçlendirilmesinde içinde bulunulması gereken işleyişi ifade eder. Bu işleyişteki iyileşme bir başlangıç olup toplumun sosyal ve kültürel yapısında da kadına bakış açısının iyileşme yönünde değişmesi gerekir (Kızılaslan ve Kızılaslan, 2020).

Bu araştırmada geleneksel düşünce olan kız çocuklarının evdeki işlerle ilgilenmesi, eğitiminin belli seviyede durdurulması, kısa sürede evlendirilmesi, belli meslek dallarında çalışması ya da hiç çalışmaması gibi düşüncelere olumsuz bakmaktadır. Kız çocuklarının çalışmasında ailenin kararı, kızlara uygun meslek seçimi, aile bütçesine katkı, aile bütçesinin paylaşımındaki karar, evlilik kararında aile rolü gibi konulardaki algılar kararsızlık noktasında bulunmaktadır.

Tokat'ta yapılan bir çalışmada kadınların aile içi kararlarda göç öncesinde %11.83 tek başına etkinliği söz konusu iken göç sonrasında bunun %38.46'ya çıktığı görülmektedir. Burada aile yapısının çekirdek aile yapısına dönüşümünün ve demokratikleşme eğilimlerinin artmasıyla bağlantı kurulmuştur (Kızılaslan, 2013).

Genel olarak değerlendirildiğinde kırdan kente göç eden ailelerin kız çocuklarına yönelik geleneksel düşüncelerden arındığı, onların okumaları ve çalışmalarını önemseydiği, kız ve erkek çocukları arasında ayırım yapmak istemedikleri cinsiyet eşitsizliğine karşı oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu bulgular sosyal değişimin de etkisiyle kentte gördükleri farklı norm ve kalıplara göre şekillenmiş algılar olarak düşünülebilir.

Ailelerin Kız Çocuklarına Yönelik Tutum ve Davranışlarına İlişkin Faktör Analizi Sonuçları

Ailelerin kız çocuklarına yönelik tutum ve davranışlarını ölçmeye yönelik olarak 21 yargı cümlesinin belli faktör değerlerinde birleşip birleşmediğini test etmek amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Bu analiz ile ailelerin kız çocuklarıyla ilgili tutum ve davranışları hususundaki esas belirleyicileri ve bu belirlemede ağırlıkların tespit edilmesi planlanmıştır.

Araştırmada Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ölçümü, değişkenlerin faktör analizi için uygun olup olmadığını belirlemek amaçlı yapılmıştır. KMO için alt sınır değerinin 0.50 olması gerekmektedir. KMO test sonucu 0.877 olarak bulunmuştur. Ayrıca Bartlett's Test Of Sphericity değeri ve anlamlılığı değişkenlerin birbirleriyle korelasyon gösterip göstermediklerini açıklar ve kullanılan verilerle faktör analizi yapmanın uygunluğunu test eder ($p < 0.05$). Çizelge 8'de görüldüğü gibi çıkan her iki değerde değerlendirilen verilerin faktör analizi için uygun olduğunu göstermiştir.

Çizelge 8. Faktör analizine uygunluk testi sonuçları.

Table 8. Results compliance test for factor analysis.

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterliliği Ölçüsü		.877
	Approx. Chi-Square	3785.794
Bartlett's Küresellik Testi	df	210
	Sig.	0.000

Faktör analizinin başlangıç analizinde faktör sayısına karar vermek için kullanılan özdeğerler, varyans ve birikimli varyans değerleri hesaplanmıştır ve Tablo 9'da verilmiştir. Özdeğerleri 1'den büyük olan faktör sayısı 5'tir. Bu 5 faktörün tümü toplam varyansın %63.633'ünü açıklamaktadır.

Çizelge 9. Faktör analizi başlangıç çözüm istatistik sonuçları

Table 9. Initial resolution statistics results on factor analysis

Faktör no	Öz değer	Varyans açıklama oranı	Birikimli varyans
1	6.757	32.176	32.176
2	2.698	12.849	45.025
3	1.709	8.136	53.162
4	1.172	5.580	58.742
5	1.027	4.891	63.633

Faktör analizi sonuçlarına göre oluşan 5 faktör Çizelge 10'da görülen bileşenlerden oluşmaktadır. Bu 5 faktör; faktör yükü 0.5 ve üzeri olan bileşenler dikkate alınarak isimlendirilmiştir.

Araştırmada, faktör yapısının incelenmesinde yaygın olan Temel Bileşenler Analizi (Principal Components Analysis) Equamax rotasyon yöntemiyle birlikte kullanılmıştır. Bu yöntemle faktörlerin hangi değişkenlerden oluştuğu belirlenmiştir. Faktör analizinin başlangıç çözümünde faktör sayısını karar vermede kullanılan öz değerler, varyans ve birikimli varyans değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara göre, öz değeri 1'den büyük olan faktörler seçilmiştir. Buna bağlı olarak Equamax rotasyon çözümüne göre faktörler isimlendirilmiş ve değişkenler yorumlanmıştır.

Çizelge 10. Faktör analizi sonuçları.

Table 10. Results on factor analysis.

Faktörler ve Faktörü Oluşturan Değişkenler	Faktör Yüğü	Açıklama Oranı (%)
Faktör 1: Kız Çocuklarının Aile İçindeki Konumu		32.176
Bir kız çocuğu için ilkokulu bitirmesi yeterlidir	0.759	
Kız çocuklarının çalışmasına ailesi karar verir (anne, baba ve kardeşleri)	0.724	
Kızların ve kadınların en önemli görevi çocuklarına bakmak ve evi temizlemektir.	0.712	
Kız çocuğu kızlara uygun mesleklerde çalışmalıdır (ebe, hemşire)	0.687	
Kız çocukları evde oturup çeyizini hazırlamalıdır	0.686	
Alışveriş yapma, fatura ödeme gibi ev dışı işlerle erkek çocuklar ilgilenmelidir	0.682	
Kızlar sadece tarlada ve bahçede çalışabilirler	0.673	
Ailede kazancın nasıl kullanılacağına erkek karar vermelidir	0.650	
Bir genç kızın evleneceği kişiyi seçmesinde son kararı babası vermelidir	0.542	
Faktör 2: Kız Çocuklarının Çalışmasında Ailenin Rolü		12.849
Kız çocukları ayaklarının üzerinde durabilmesi için okumalıdır	0.787	
Kız çocukları ekonomik özgürlüğe sahip olabilmelidir	0.779	
Kız çocukları kendi toplumsal statüsünü artırmak için çalışmalıdır	0.743	
Evlilikte çocuk sahibi olma kararını eşler birlikte vermelidir	0.724	
Faktör 3: Ailenin Cinsiyet Eşitliğine Tutumu		8.136
Eşler boşandığında mallar eşit paylaşılmalıdır	0.804	
Mesleki gelişim olanaklarından kız ve erkek çocuklar eşit yararlanmalıdır	0.799	
Ailenin maddi imkânlarından kız ve erkek çocuklar eşit faydalanmalıdır	0.782	
Faktör 4: Kişisel Kararlarda Özgürlük		5.580
Kızlar ekonomik bağımsızlıklarını kazandıklarında ailelerinden ayrı yaşayabilmelidir	0.668	
Kız çocukları evde ve dışarda çalışmak istediklerine kendileri karar verirler	0.585	
Eşinin maddi gücü yeterli değilse kız çocukları evlendiklerinde çalışmalıdır	0.574	
Faktör 5: Kız Çocuklarının Aile Bütçesine Katkısı		4.891
Kız çocukları dışarda çalışıp aile bütçesine katkıda bulunmalıdır	0.858	
Kız çocukları dışarda çalışıp para kazanmalı ve çeyizini hazırlamalıdır	0.804	

Kız çocuklarının çalışması ve sorumlulukları ile ilgili ilk faktör "kız çocuklarının aile içindeki konumu" olarak saptanmış ve Faktör 1 şeklinde isimlendirilmiştir. Bu faktör varyansın %32.176'sını açıklamaktadır. Faktör 1, bir kız çocuğu için ilkokulu bitirmesi yeterlidir, kız çocuklarının çalışmasına ailesi karar verir (anne, baba ve kardeşleri), kızların ve kadınların en önemli görevi çocuklarına bakmak ve evi temizlemektir, kız çocuğu kızlara uygun mesleklerde çalışmalıdır (ebe, hemşire). Kız çocukları evde oturup çeyizini hazırlamalıdır; alışveriş yapma, fatura ödeme gibi ev dışı işlerle erkek çocuklar ilgilenmelidir, kızlar sadece tarlada ve bahçede çalışabilirler, ailede kazancın nasıl kullanılacağına erkek karar vermelidir, bir genç kızın evleneceği kişiyi seçmesinde son kararı babası vermelidir bileşenlerini içermektedir. Kız çocuklarının okumasına bağlı olarak kendini geliştirmesi demek o ülkenin eğitim ve kültür seviyelerinin yükselmesi anlamına gelir. Çünkü toplumun eğitim seviyesi ile kültürel birikimi, dünya üzerinde statüsünü belirler. Zorunlu eğitim çağındaki kız çocuklarının okula gönderilmemesi veya çalışma olanaklarının kısıtlandırılması demek bireysel hak ve özgürlüklerinin sınırlandırılması anlamına gelir. Her çocuğun

doğuştan kazandığı doğal yaşam haklarından cinsiyet ayrımı gözetilmeksizin kız çocukları da eşit faydalandırılmalıdır.

“Kız çocuklarının çalışmasında ailenin rolü” Faktör 2’de isimlendirilmiştir. Bu faktör varyansın %12.849’unu açıklamaktadır. Kız çocukları ayaklarının üzerinde durabilmesi için okumalıdır, kız çocukları ekonomik özgürlüğe sahip olabilmelidir, kız çocukları kendi toplumsal statüsünü artırmak için çalışmalıdır, evlilikte çocuk sahibi olma kararını eşler birlikte vermelidir bu faktörün bileşenleridir. Kız çocuğuna çalışma imkânı vermek, ona yeteneklerini geliştirme olanağı tanımak toplumsal gelişmenin de sürekliliğini sağlamak demektir. Evlilikte ortak kararlar almak mutlu ve uzun ömürlü evliliklerin sırları arasındadır.

“Ailenin cinsiyet eşitliğine tutumu” Faktör 3’te isimlendirilmiştir. Bu faktör varyansın %8.136’sını açıklamaktadır. Eşler boşandığında mallar eşit paylaşılmalıdır, mesleki gelişim olanaklarından kız ve erkek çocuklar eşit yararlanmalıdır, ailenin maddi imkânlarından kız ve erkek çocuklar eşit faydalanmalıdır bu faktörün bileşenleridir. Aile içerisinde kız ve erkek çocuklarına eşit gösterilen muamele, eşit fırsatların tanınması eşitlik ilkesinin oluşmasına yardımcı olur. Anne ve babaların çocuklarını yetiştirirken çocukların cinsiyetlerine bakılarak değil, kişisel farklılıklarına göre muamele edilmesi, cinsiyetin gerektirdiği rolleri çocuğa yüklenmemesi ve ikisinin de eşit hak ve koşullara sahip olduğu gerçeği unutulmamalıdır.

“Kişisel kararlarda özgürlük” Faktör 4’te isimlendirilmiştir. Bu faktör varyansın %5.580’ini açıklamaktadır. Kızlar ekonomik bağımsızlıklarını kazandıklarında ailelerinden ayrı yaşayabilmelidir, kız çocukları evde ve dışarda çalışmak istediklerine kendileri karar verirler, eşinin maddi gücü yeterli değilse kız çocukları evlendiklerinde çalışmalıdır bu faktörde ağır basmaktadır. Kız çocukları aile içindeki görevlerinin beraberinde toplumda birey olmanın getirdiği sorumlulukla kendilerini sadece eve ait olduklarını hissetmeyip çalışma hayatına da girmişlerdir. Bu hakların kız çocuklarına tanınması, ailenin bu konudaki tutumu kız çocuklarının kişisel kararlarında özgür bırakılması açısından önemlidir.

“Kız çocuklarının aile bütçesine katkısı” Faktör 5’te isimlendirilmiştir. Bu faktör varyansın %4.891’ini açıklamaktadır. Kız çocukları dışarda çalışıp aile bütçesine katkıda bulunmalıdır, kız çocukları dışarda çalışıp para kazanmalı ve çeyizini hazırlamalıdır yargıları bu faktörde ağır basmaktadır. Kız çocuklarının çalışması demek bir anlamda ailesini de ekonomik anlamda kaldırmak, katkı sağlamak ve bireysel anlamda kendi ihtiyaçlarını da karşılaması anlamına gelir. Aynı zamanda aile yapısında meydana gelen değişimler bütçe olanakları doğrultusunda tüketici davranışları ve kalıplarında da değişimlere neden olmakta, sağlıklı ve yeterli beslenme alışkanlıklarının kazanılmasında önemli faktörleri tetikleyen bir profil de ortaya çıkarmaktadır (Kızılaslan, Göktolga ve Kızılaslan, 2008; Kızıloğlu, Kızılaslan ve Dölek, 2013; Kızılaslan ve Nalinci, 2013; Onurlubaş, Yılmaz, Doğan ve Kızılaslan, 2015; Kızılaslan ve Nalinci, 2013; Kızılaslan, 2019).

SONUÇ

Kız çocuklarının toplumsal statülerinin geliştirilmesi, eğitim ve istihdam şartlarında eşit imkânlarla sahip olmaları, toplumların sosyal ve ekonomik kalkınmalarında önemli rol oynamaktadır.

Bu araştırmada, ailelerin kız çocuklarının eğitimleri ve çalışmaları konusunda genel olarak olumlu tutum içinde oldukları, kız çocuklarının evlilik şekillerinde kısmen de olsa gelenekselliğin devam ettiği ve kente uyum sağladıkları ortaya çıkmıştır. Toplumsal cinsiyet rollerine ilişkin düşünce farklılıklarının kısmen de olsa devam ettiği ancak demokratik düşünce kalıplarının şekillendiği görülmüştür. Kız çocuklarının güçlendirilmesi noktasında kararlılığın olduğu görülmüştür. Toplumsal cinsiyet rollerine özgü algı ve davranışlarda olumlu değişimlerin sağlanması kız çocuklarının toplum içerisindeki yeri ve konumunda da olumlu yansımalar meydana getirecektir. Toplumun bakış açısı sosyal değişim sürecinde pozitif yönde bir eğilim gösterecektir. Bu süreçte uygulanacak politikalar toplumsal cinsiyet rolleri algısının kız çocukları lehinde değişimi ve gelişimini de beraberinde getirecektir. Zaten özellikle kentsel toplumlarda kırılmaya başlayan kız çocukları ve kadınlara yönelik toplumsal cinsiyet rollerine ilişkin olumsuz tutumlamaların kırsal toplumlarda da sosyal değişim sürecinde aynı etkiyi göstereceği söylenebilir. Bu etkinin hızlandırılması için örgün eğitim döneminde zorunlu eğitime gönderilemeyen veya zorunlu eğitimi tamamlamadan okullarından ayrılan kız çocukları belirlenerek ailelerle iletişime geçilmeli, aileleri ikna ederek gereken önlemler alınmalıdır. Kız çocuklarına yönelik yapılacak araştırmalarla çalışan ve çalışmayan kız çocuklarının sosyal konumları, aralarındaki farklılıklar ve kız çocuklarının aldıkları eğitimin toplumsal hayattaki önemi ortaya konulmalı, iletişim araçları ile topluma bilgi verilmelidir. Geleneksel düşünce ve değer yargılarının etkisinin azaltılması için eylem planları hazırlanarak uygulamaya geçirilmeli sürdürülebilirliği sağlanmalıdır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Makalenin konu dizaynı, yöntem, yazımı, istatistiksel analiz ve yorumları E.S. tarafından yapılmıştır. Yönlendirme, kontrol ve düzeltmeler N.K. tarafından yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2019). *Tokat Belediyesi Kayıtları*. Tokat.
- Arpacı, F., & Tokyürek, Ş. (2008). Kırdan kente göç eden ailelerde bireylerin kız çocuklarının meslek kazanması ve çalışmasına ilişkin görüşleri. *E-journal of New World Sciences Academy*, 3(1), 54-65.
- Çukur, T., Kızılaslan, N., Kızılaslan, H., & Çukur, F. (2020). *Gender perception towards women in rural areas in Turkey, rural environment, education, personality*. Proceedings of the 13th International Scientific Conference, Jelgava, Latvia.
- Ekici, S., & Tuncel, G. (2015). Göç ve insan. *Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), 9-22.
- Erkan, R. (2010). *Kentleşme ve Sosyal Değişme*. Bilimadamı Yayıncılık, Ankara.
- Geyik, S. (2010). *Kırdan kente göç sonrası kentlilik bilinci (Mevlana Mahallesi örneği)*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyoloji Anabilim Dalı, Sakarya.
- Günay, E., Atılgan, D., & Serin, E. (2017). Dünya'da ve Türkiye'de göç yönetimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 37-60.
- Gürler, A. Z., Kızılaslan, N., Kızılaslan, H., & Doğan, S. (2007). Rural-urban migration in Turkey and the socio-economic characteristics of the immigrants (Tokat Case). *Research Journal of Social Sciences*, 2, 60-71.
- Hatipoğlu, F. (2008). *Kentleşmenin çocuk suçluluğuna etkisi ve bir çözüm önerisi denemesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Ankara.
- Karagöz, Y., & Kösterelioğlu, İ. (2008). İletişim becerileri değerlendirme ölçeğinin faktör analizi metodu ile geliştirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21, 81-97.
- Karakuş, E. (2006). *Göç olgusu ve eğitime olumsuz etkileri (Sultanbeyli örneği)*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Kızılaslan, H., Gökalp, Z., & Kızılaslan, N. (2008). An analysis of the factors affecting the food places where consumers purchase red meat. *British Food Journal*, 110, 580-594.
- Kızılaslan, H., & Nalinci, S. (2013). Amasya ili merkez ilçedeki hanehalkının kanatlı eti tüketim alışkanlıkları ve kanatlı eti tüketimini etkileyen faktörler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6, 1-18.
- Kızılaslan, H., & Nalinci, S. (2013). Amasya ili merkez ilçedeki hane halkının balık eti tüketim alışkanlıkları ve balık eti tüketimini etkileyen faktörler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 5, 61-75.
- Kızılaslan, N. (2016). Ailenin sosyo-ekonomik düzeyinin çocuğun beslenmesine ve ağırlık yönetimine etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12, 25-30.
- Kızılaslan, N. (2006). Kente uzaklığın kırsal aile yapısına etkileri, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(3), 141-162.
- Kızılaslan, N., & Yamanoğlu, A. (2010). Social gender analysis in a turkish province. the province of Tokat: a case study, *New Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment*, 9(3), 76-80.
- Kızılaslan, N., (2013). *Kırdan Kente Göç Olgusunda Kadının Rolü ve Göç Kararındaki Etkisinin Analizi (Tokat İli Örneği)*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:75, Araştırma Serisi No:27, Tokat.
- Kızılaslan, N. (2016). Türkiye'de Kırsal kalkınma perspektifinde kadın. *Kırsal Kalkınma Dergisi*, 4, 30-39,
- Kızılaslan, N., Kızılaslan, H., & Kurt, E. (2017). *Kırdan kente göç etmiş kadınların kentten yararlanma düzeylerinin incelenmesi: Tokat ili Merkez ilçe örneği*. International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress Series III. IBANESS Congress Series, Edirne, Turkey.
- Kızılaslan, N. (2019). An analysis of factors affecting fish consumption in a healthy and balanced nutrition. *Asian Journal of Clinical Nutrition*, 11(1), 9-16.

- Kızılaslan, N., & Kızılaslan, H. (2020). Problems and strategic recommendations for empowerment of women in Turkey. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, Özel Sayı I/II*, 46-51.
- Kızıloğlu, R., Kızılaslan, H., & Dölek, G., (2013). Ekolojik yumurta ile endüstriyel yumurta tüketim tercihlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma: Tokat ili Merkez örneği. *Alınteri*, 24(1),20-28.
- Onurlubaş, E., Yılmaz, N., Doğan, H. G., & Kızılaslan, H. (2015). A research on red meat consumption and preferences: a case study in Tekirdağ province. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(6), 466-471.
- Pala, A. (2013). *Zorunlu göç ve kadın deneyimi: Diyarbakır örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi. Antropoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Şahin, T., & Cevher, F. N., (2007). *Türk toplumunda aile-çocuk ilişkilerine genel bir bakış*. 38. Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Ankara.
- Şahin, Y., (2010). *Kentleşme Politikası*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Murathan Yayıncılık, Trabzon.
- Tümtaş, S., & Ergun, C. (2016). Göçün toplumsal ve mekansal yapı üzerindeki etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(4), 1347-1359.



Araştırma Makalesi

Kooperatif Markalı Ürünlere Yönelik Tüketici Tercihleri: Tokat İli Merkez İlçe Örneği*

Rüveyda Yüzbaşıoğlu 

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat

Geliş tarihi (Received): 26.05.2021

Kabul tarihi (Accepted): 14.09.2021

Anahtar kelimeler:

Binary logit, davranış, kooperatif ürün, tercih, tüketim

Özet. Tarımsal ürünleriyle markalaşma yolunda olan Tokat ilinde, kooperatif markalı ürünlerin tüketim tercihlerinin incelenmesi bu araştırmanın amacını oluşturmaktadır. Bu bağlamda Tokat il merkezinde ikamet eden 383 tüketici ile yüz yüze görüşülmüştür. Araştırma kapsamında görüşülen tüketicilerin genç ve çalışan nüfustan oluşmaktadır. Tüketicilerin, kooperatif markalı ürünleri tanımını bilme oranı düşük olmasına rağmen, kooperatif markalı ürünlerin tüketilme oranının fazla olduğu (Torku, Marmarabirlik, gibi) gözlenmiştir. Tüketicilerin kooperatif markalarının diğer markalara göre tercih etmelerinde en etkili faktörden biri kooperatif markalı ürünlerin daha kaliteli olduğunu düşünmeleridir. Bu da toplumun kooperatiflere karşı görüşünün olumlu olduğunu göstermektedir. Tüketiciler kooperatiflere ilişkin olumlu tutum ve davranış içerisindedir. Tüketiciler kooperatif markalı ürünlerin daha kaliteli ve uygun fiyatlı olduğu bilincinde olup kooperatif markalarında daha fazla ürün seçeneği, reklam ve promosyon çalışması görmeyi beklemektedirler. Kooperatif markalı ürünlerin tüketiminde etkili olan faktörler: tüketicinin cinsiyeti, yaş, geliri, kırsal kökenli olması, ürünü bilme durumu, fiyat ve kalitesidir. Hem üreticiyi korumak hem de tüketiciyi korumak adına kooperatif markalı ürünleri teşvik edici ve destekleyici politikalar uygulanmalıdır.

*Sorumlu yazar

ruveyda.kiziloglu@gop.edu.tr

Consumer Preferences for Cooperative Branded Products: The Case of Tokat Province Central District

Keywords:

Binary logit, cooperative product, behaviour, preference, consumption

Abstract. The aim of this study is to examine the consumption preferences of cooperative branded products in Tokat, which is on the way to branding with its agricultural products. In this context, face-to-face interviews were made with 383 consumers residing in Tokat city center. Although the rate of consumers knowing about the cooperative branded products is low, it has been observed that the consumption rate of the cooperative branded products is high (such as Torku, Marmarabirlik, etc.). One of the most effective factors in consumers' preference of cooperative brands over other brands is that they think that cooperative branded products are of higher quality. This shows that the public opinion towards the cooperatives is positive. Consumers have a positive attitude and behavior towards cooperatives. Consumers are aware that cooperative branded products are of higher quality and affordable prices, and they expect to see more product options, advertisements and promotions in cooperative brands. Factors affecting the consumption of cooperative branded products are the gender, age, income of the consumer, being of rural origin, knowing the product, price and quality. In order to protect both the producer and the consumer, policies that encourage and support the cooperative branded products should be implemented.

*1. Uluslararası Uygulamalı İstatistik kongresi bildiriler kitabında özet metni yayınlanmıştır.

GİRİŞ

İnsan beslenmesi açısından stratejik bir sektör olan tarım sektörü, ulusal hesaplar ve ülke ekonomisi açısından da önemini korumaktadır. Şöyle ki, imalat sanayi içindeki tarıma dayalı sanayinin (hammaddesinin tamamının veya büyük çoğunluğunun tarımsal ürün olan sanayi) payı dışında, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2020 yılı verilerine göre 2019 yılı için Türkiye gayrisafi yurtiçi hasılasının %6.4'ü tarım sektörü oluşturmaktadır; yine aynı yılın verilerine göre Türkiye'de nüfusun %18.15'i tarım sektöründe istihdam edilmektedir (TÜİK, 2020). Dolayısıyla Türkiye ekonomisinin güçlenmesi tarım sektörünün güçlenmesiyle paraleldir.

Kooperatif, insan ihtiyaçlarının karşılıklı yardımlaşma yoluyla giderilmesini sağlamak ve ortakların çıkarlarını korumak amacıyla oluşturulan ekonomik kuruluştur. Kooperatifler; hem kişilerin tek başlarına yapmaya güçlerinin yetmediği işleri bir araya gelerek yardımlaşarak yapmalarını sağlar, hem de toplumun kalkınmasına katkıda bulunur. Türkiye'de 1163 sayılı Kooperatifler Kanunu'na göre tüzel kişiliği haiz olmak üzere ortaklarının belirli ekonomik menfaatlerini ve özellikle meslek ve geçimlerine ait ihtiyaçlarını, işgücü ve parasal katkılarıyla karşılıklı yardım, dayanışma ve kefalet suretiyle sağlayıp korumak amacıyla gerçek ve tüzel kişiler tarafından kurulan değişir ortaklı ve değişir sermayeli ortaklıklar olarak kooperatifçilik tanımlanmıştır (Anonim, 2021). Kooperatifçilik kırsal alandaki yoksulluğu gidermede önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca üreticinin pazarda daha etkin bir konumda olabilmesinde de kooperatifçilik önem arz etmektedir (Everest ve ark., 2018).

Kooperatifler kanalıyla gerçekleşen pazarlama faaliyeti sadece üreticinin değil tüketicinin de menfaatinin korumaktadır. Üretici ve tüketici menfaati merkezli bir pazarlama anlayışı kırsal yoksullukla mücadelede kilit rol oynar. Kırsal yoksulluk azalır da Türkiye gibi çoğunluğun kırsalda yaşadığı ülkelerde, ülke ekonomisi kalkınmış olur. Bir üretici kooperatif tarafından üretilen ürün ya da ürün gruplarına kooperatif markalı ürün olarak adlandırılabilir (Oğuz ve Mete, 2017).

Bu çalışmada çalışma alanı olarak seçilen Tokat ilinin toplam nüfusu 612.724 olup, nüfusun %35.52'si kırsal alanda ikamet etmektedir. Araştırma alanı tarımsal sektörde, Türkiye için önemli bir yere sahiptir. Türkiye'de kooperatif ürünleri yöresel olmakla birlikte, ulusal boyutta da markalaşmaya başlamıştır. Bu bağlamda tarımsal ürünleriyle markalaşma yolunda olan Tokat il merkezinde ikamet eden tüketicilerin kooperatif markalı ürünlerin, tüketim tercihlerinin belirlenmesi bu araştırmanın amacını oluşturmaktadır. Literatürde benzer çalışmalar sınırlı sayıda olması (Güler ve Bozacı, 2015; Oğuz ve Mete, 2017; Ağır ve ark., 2018; Baş ve Göral, 2018; Everest ve ark., 2018) ve Tokat ilinde böyle bir çalışmanın yapılmaması araştırmanın önemini artırmaktadır. Bir ürünün pazarlanması ve tüketilmesindeki en dinamik aktörün tüketicilerdir (Kılıç ve Eryılmaz, 2020). Tüketici tercihlerinde ise faktörün etkili olduğu bilinmektedir. Bu faktörlerin belirlenmesi, incelenmesi ülke kalkınmasında önemli rolü olan üretici kooperatiflerinin doğru adımlar atmasında yol gösterici bilgileri ortaya koyması açısından da çalışma önem arz etmektedir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmanın ana materyalini Tokat il merkezinde 2019 kasım-aralık aylarında tüketicilere uygulanan anket sonuçları oluşturmaktadır. Araştırmanın ikincil materyali ise, bu konuda yapılmış çalışmalar (tez, inceleme, derleme vb.) ve konuyla ilgili raporlardır.

Verilerin Toplanması Aşamasında İzlenen Yöntem

Ana kitlenin en iyi düzeyde temsil edilecek örnek sayısının belirlenmesinde oransal örnekleme yönteminden yararlanılmıştır (Newbold, 1995)(1).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_p^2 + p(1-p)} \quad (1)$$

n= örnek büyüklüğü,

N= populasyon büyüklüğü,

p= tahmin oranı (0.5 maksimum örnek büyüklüğü için),

σ_p^2 = oran varyansı (maksimum örnek hacmine ulaşmak için %95 güven düzeyinde Çizelge değeri 1.96 ve %5

hata payı ile). Ana kitleyi oluşturan tüketicilerin özellikleri başlangıçta bilinmediği için, örnek hacmini maksimum kılacak şekilde p=0.5 olarak alınmış ve örnek hacmi 383 tüketici olarak bulunmuş ve örneğe alınan tüketiciler tesadüfi olarak belirlenmiştir.

Verilerin Analizi Aşamasında İzlenen Yöntem

Araştırmada tüketicilerin kooperatif markalı ürünleri tercih etmesini etkileyen faktörleri binary logit analizi yardımı ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Logit modelinde bağımlı değişken kukla ve tahmin edilen olasılık değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir.

Lojistik fonksiyon (LOGIT) genel fonksiyonel formülü (Gujarati, 1992)(2);

$$F_i(\beta X_i) = \frac{\exp(\beta X_i + \varepsilon_i)}{1 + \exp(\beta X_i + \varepsilon_i)} \quad (2)$$

F (βX_i)= İndex fonksiyonunu (l nci tüketiciler için gözlenen kooperatif markalı ürünleri tercih etmesi, tercih etmeyenler için j=0; tercih eden için j=1)

β = Açıklayıcı değişkenlerin katsayı vektörünü

X_i = Tüketicilerin karakterlerini temsil eden açıklayıcı değişkenleri

ε_i = Hata terimini göstermektedir.

Lojistik katsayılarını anlamak için, bir olayı olasılık oranı bakımından düşünmek gerekir (Akgül ve Çevik, 2005). Olasılık oranının doğal logaritması alınarak elde edilen lojistik regresyon modelinin parametrelerini tahmin ederken en yüksek olabilirlik (maximum likelihood) yöntemi yaygın olarak kullanılır (Berenson ve Levine, 1996).

Lojistik modelde yer alan bazı değişkenler, kategoriler arası farklılıkları olasılık oranları olarak elde edilebilmeye üzere kategorik değişkene çevrilmiştir.

Modele açıklayıcı değişken olarak; tüketicilerin yaşı (sürekli değişken), cinsiyet (kadın ise 0, erkek ise 1 olarak kodlanmıştır), tüketicilerin aylık gelirleri (sürekli değişken), daha önce kırsal alanda ikamet etme durumu (ikamet ediyor ise 1, etmiyor ise 0 olarak kodlanmıştır), kooperatif ürünün tanımını bilme durumu (doğru biliyor ise 1, doğru bilmiyor ise 0 olarak kodlanmıştır), kooperatifli ürün satın almada fiyatın, kalitenin, üreticiye desteğin, reklamın ve güvenini etkili olma durumu (etkili ise 1, değil ise 0 olarak kodlanmıştır). Çizelge 1'de modeldeki bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerin kodları, açıklamaları ve bazı istatistiki özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1. Binary logit modelinde kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri.

Table 1. Descriptive statistics of variables used in the binary logit model.

Kodu	Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maximum
Bağımlı Değişken (Y)	Kooperatif markalı ürünleri tercih ediyor:1 Kooperatif markalı ürünleri tercih etmiyors:0	0.773	0.420	0	1
CINSİYET	Tüketicinin cinsiyeti Erkek:1 Kadın:0	0.658	0.475	0	1
YAS	Tüketicinin yaşı (Sürekli değişken)	37.948	11.158	23	69
GELİR	Tüketicinin aylık ortalama geliri (Sürekli Değişken)	6120.10	1 909.59	3000.0	12000.0
KIRSAL	Tüketicinin daha önce kırsal alanda İkamet etme durumu İkamet ediyor:1 Etmiyor:0	0.595	0.491	0	1
BILME	Kooperatif ürün neyi ifade ediyor Gönüllü olarak üreticilerin bir araya gelip oluşturduğu kurumların ürünleri:1 Ürünün nihai tüketiciye ulaştırılmasını sağlayan aracılık hizmetleri:0 Yenilebilir, beslenmeye elverişli her türlü madde:0	0.282	0.451	0	1
FIYAT	Kooperatif ürünü tercih etmede fiyatın etkisinin olma durumu Oluyor:1 Olmuyor:0	0.164	0.371	0	1
KALITE	Kooperatif ürünü tercih etmede kalitenin etkisinin olma durumu Oluyor:1 Olmuyor:0	0.420	0.494	0	1

Çizelge 1. Devamı.

Table 1. Continue.

Kodu	Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maximum
DESTEK	Kooperatif ürünü tercih etmede üreticiye destek olma isteği Evet:1 Hayır:0	0.415	0.493	0	1
REKLAM	Kooperatif ürünü tercih etmede reklamın etkisinin olma durumu Oluyor:1 Olmuyor:0	0.358	0.480	0	1
GUVEN	Kooperatif ürünü tercih etmede güvenin etkisinin olma durumu Oluyor:1 Olmuyor:0	0.934	0.247	0	1

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tüketicilerin Genel Özellikleri

Araştırma kapsamında görüşülen tüketicilerin ait sosyo ve demografik özellikleri Çizelge 2’de incelenmiştir. Tüketicilerin %65.80’ni erkek iken, %34.20’si kadındır. Tüketicilerin %56.66’sı evli ve yaş ortalamasının 38 olduğu Çizelge 2’de görülmektedir. Eğitim seviyesi tüketim ile ilişkili bir somut örnek olduğu için tüketicilerin eğitim seviyesi incelenmek istenmiş ve literatürle benzer sonuçlara da rastlanılmıştır. Görüşülen tüketicilerin eğitim durumları incelendiğinde ise %27.42’si lisans ve %24.80’ni lise mezunu olduğu belirlenmiştir. Gelir, satın alım gücünün göstergesi olduğu için incelenmesi gereken bir faktördür. Tüketicilerin ortalama aylık geliri ise 6 120.10 TL/ay olarak hesaplanmıştır. Tüketicilerin %28.72’sinin kamu çalışanı ve %26.11’inin özel sektör çalışanı olduğu gözlenmiştir. Araştırma kapsamında görüşülen tüketicilerin Tokat ili merkez ilçede ikamet etme süreleri ortalama 26 yıldır. Tüketicilerin yarısından fazlasının (%59.53) daha önce kırsal alanda ikamet ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tüketicilerin genel özellikleri.

Table 2. General characteristics of consumers.

Gruplar ve Açıklaması	Frekans	%	Ortalama
Yaş			37.95
Gelir (Ay TL ⁻¹)			6 120.10
Cinsiyet	Erkek:1 Kadın:0	252 131	65.80 34.20
Medeni Durum	Evli:1 Bekar:0	217 166	56.66 43.34
Eğitim Durumu	İlköğretim Ortaöğretim Lise Ön lisans Lisans Doktora Emekli	31 89 95 53 105 10 87	8.09 23.24 24.80 13.84 27.42 2.61 22.72
Tüketicinin Mesleği	Özel sektör Kamu çalışanı Öğrenci	100 110 86	26.11 28.72 22.45
Tokat merkezde ikame etme süresi (yıl)			25.60
Tüketicinin daha önce kırsal alanda ikamet etme durumu	İkamet ettiyse:1 Etmeydiyse:0	228 155	59.53 40.47

Tüketicilerin Kooperatif Markalı Ürünü Bilme ve Tüketimi

Araştırmaya konu olan kooperatif markalı ürün konusu tüketici tarafından algısı bu bölümde incelenmiştir. Çizelge 3’te tüketicilerin kooperatif markalı ürünün tanımını bilmesi ve tükettiği ya da bildiği kooperatif markalı ürünün hangisi olduğu gösterilmeye çalışılmıştır. Araştırma kapsamında görüşülen tüketiciye kooperatif ürünün tanımı ile perakende ürünün tanımı verilmiştir. Tüketicilerden ilgili seçenekler arasından kooperatif markalı ürün tanımını işaretlemeleri istenmiştir. Çizelge 3’e göre tüketicilerin %28.20’si kooperatif markalı ürünün tanımını doğru işaretlemişlerdir. Anket uygulamasının sonunda tüketicilerin %69.19’u bu araştırmada yapılan anketlerden kooperatif markalı ürünün tanımını öğrendiklerini belirtmişlerdir. Yapılan bu araştırma sonuçlarına göre, tüketiciler

satın aldıkları ürünlerin markalı olmasına dikkat ediyor, ancak markaların, kooperatif markası olup-olmadığının bilincinde değildir. Örneğin tüketicilerin %70.23'ü Torku markasını biliyor, ancak kooperatif üyeleri tarafından üretilen bir ürün olduğunu bilmedikleri ve bu anket çalışması sonucunda öğrendikleri ifade edilebilir (Çizelge 3). Araştırma sonucu Baş ve Göral (2018) tarafından yapılan araştırma sonucuyla benzerlik göstermektedir. Söz konusu araştırmaya göre tüketicilerin %68'nin Torku markasını kooperatif markası olduğunu bilmektedirler.

Çizelge 3. Tüketicilerin kooperatif markalı ürünü bilme ve tanıma durumu.

Table 3. The state of knowing and recognizing the cooperative branded product of consumers.

Gruplar ve Açıklaması		Frekans	%
Kooperatif markalı ürün neyi ifade ediyor	Gönüllü olarak üreticilerin bir araya gelip oluşturduğu kurumların ürünleri:1	118	30.81
	Ürünün nihai tüketiciye ulaştırılmasını sağlayan aracılık hizmetleri:0	250	65.27
	Yenilebilir, beslenmeye elverişli her türlü madde:0	15	3.92
	Torku	269	70.23
	Marmarabirlik	255	66.58
Bildiği Tarımsal ürün Markalar	Tariş	102	26.63
	Fiskobirlik	141	36.81
	Diğer	77	20.10
Kooperatif markalı ürünün ne olduğunu bu anket ile öğrenen	Evet (Anket ile öğrenen)	265	69.19
	Önceden bilen	118	30.81

Tüketiciler aylık ortalama gıda harcaması 719.19 TL olup, 265.90 TL kooperatif markalı ürünlere harcama yapmaktadırlar. Yani tüketiciler aylık gelirlerinin %11.75'ni gıda harcamasına ayırırken %4.34'nü kooperatif markalı ürünler için harcamaktadırlar. Başka bir bakış açısıyla tüketiciler aylık gıda harcamalarının %36.97'sini kooperatif markalı ürünler oluşturmaktadır.

Çizelge 4. Tüketicilerin kooperatif markalı ürünü tüketme durumu ve tüketme nedenleri.

Table 4. Consumers' consumption of cooperative branded products and their reasons for consumption.

Gruplar ve Açıklaması		Frekans	%
Düzenli olarak kooperatif markalı ürün kullanma durumu	Kullanıyor	296	77.28
	Kullanmıyor	87	22.72
Kooperatif markalı ürünleri tercih etme nedenleri*	Uygun fiyat	63	16.45
	Kalite	161	42.04
	Kooperatife desteklemek	159	41.51
Bölgeye ait bir kooperatif markalı ürün olsa tüketmeyi tercih etme durumu	Tercih edilir	322	84.07
	Tercih edilmez	61	15.93
	Her zaman	46	12.01
Alışveriş yaparken kooperatif markalı ürünleri almaya dikkat etme durumu*	Sıklıkla	85	22.19
	Bazen	168	43.86
	Nadiren	84	21.93
	Peynir ve çeşitler	251	65.54
	Süt yoğurt	302	78.85
Kooperatif ürünlerinden en çok tüketilen gıda grupları	Yağ	85	22.19
	Un ve mamulleri	170	44.39
	Kuru bakliyat	61	15.93
	Zeytin	193	50.39
	Çikolata ve reçel	236	61.62

*birden fazla şık işaretlendiğinden dolayı %100'ü aşmaktadır.

Tüketicilerin %77.28'i düzenli olarak kooperatif markalı ürün kullanmaktadır. Başka bir araştırmada da benzer bir sonuca rastlamak mümkündür (Çizelge 4). Everest ve ark. (2018) araştırmalarında tüketicilerin %60'ının düzenli olarak kooperatif markalı ürün tükettiklerinin bulmuşlardır. Tüketicilerin kooperatif markalı ürün tercih etmesinin en önemli nedenleri kalitesi (%42.04) ve kooperatiflere destek olmaktır (%41.51). Güler ve Bozacı (2015) Kırklareli'nde yaptıkları çalışmalarında tüketicilerin kooperatif markalı ürün tüketme nedenlerinin en önünde yerel ürüne destek olmuştur. Baş ve Göral (2018) araştırmalarında, tüketicilerin kooperatif markalı ürün tercih ederken

en önem verdikleri kriter ürün içeriği olarak belirlemişlerdir. Alagöz ve ark. (2018) göre kooperatif markalı ürünleri değerlendirmede en önemli kriter doğal ürün olarak belirlemişlerdir ancak Konya ilindeki tüketicilerinde kooperatif markalı ürünlerde kaliteye önem verdiği gözlenmiştir. Baş ve Güral (2018) araştırmalarında kooperatif markalı ürün tercih etmede kaliteyi önemli bir kriter olarak tespit etmişlerdir. Yani tüketicilerin kooperatif ürün tercih etmede kalite, üreticiyi destek ve içeriğe önem verme kriterleri diğer araştırmalarla örtüşmektedir.

Tüketicilerin %84.07'si yöreye ait yöresel bir ürün olsa tüketmeyi tercih edeceğini belirtmiştir. Tüketicilerin %43.86'sı alışverişleri sırasında kooperatif markayı bazen almaya dikkat ettiklerini belirtmişlerdir. Baş ve Göral (2018) araştırmalarında tüketicilerin çoğunluğunun kooperatif markalı ürün satın alımını bazen almaya dikkat ettikleri bulmuşlardır. Kooperatif ürünlerinden en çok tüketilen ürün grupları sırasıyla süt-yoğurt (%78.85), peynir ve çeşitleri (%65.54) ve çikolata-reçel (%61.62)'dir.

Tüketicilerin Kooperatif Markalı Ürünleri Tercih Etmesini Etkileyen Faktörler

Tüketicilerin gıda tercihlerinde ambalaj, marka, lezzet, kalite ve tazelik gibi özelliklerin yanında, ürünlerin insan sağlığı açısından risk oluşturmaması ön plana çıkmaktadır (Eryılmaz ve ark., 2018). Bu araştırmada Tokat ili merkez ilçesinde yaşayan tüketicilerin kooperatif markalı ürünleri tercihlerini etkileyen bazı faktörler binary logit yardımı ile analiz edilmiş ve Çizelge 5'te analiz sonuçları verilmiştir. Analiz sonucunda McFadden R² ve önem seviyesine göre hipotez anlamlı bulunmuş ve yorumlanabilir çıkmıştır. McFadden R² analizine göre açıklayıcı değişkenler modelin %57'si açıklayabilmiştir ve bu da kabul edilebilir bir orandır. Modelin önem seviyesi istatistiki olarak bütün önem seviyesinde anlamlı olduğu Çizelge 5'de görülmektedir. Düzeltilmiş R² bire yakın olması istenilir, modelde 0.88 bulunmuş ve bu da oldukça yüksek bir oran olup modelin yorumlanması istatistiki olarak izin vermektedir. Analiz sonucunda tüketicilerin cinsiyeti, yaşı, geliri, kırsal alanda ikame etme durumu, ürünü tanıma durumu ve ürünü tercih etme nedeni (kalite, fiyat, reklam) ile ürünleri tercih etme arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu ilişki %1 önem seviyesinde anlamlı bulunan tüketicilerin üreticilerin cinsiyeti, yaşı, geliri, kırsal alanda ikame etme durumu ve ürünü tercih etme nedeni (kalite, fiyat, reklam) ile ürünü tüketme arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur. Erkeklerin kadınlara göre %5 daha fazla kooperatif markalı ürün tercih etmesi olasıdır. Tüketicilerin yaşlarındaki bir birimlik artış, kooperatif markalı ürün tercih etme olasılığını %1 artırmaktadır. Ekonomik teoride olduğu gibi gelir ile gıda ürünlerindeki tüketim arasında pozitif bir ilişki bu araştırmanın sonucuyla örtüşmektedir. Tüketicilerin gelirlerindeki bir birimlik artış kooperatif markalı ürün tercih etme olasılığını bin de bir artırmaktadır. Tüketicilerin kırsal kökenli olması kooperatif markalı ürün tercih etmesini pozitif yönlü etkilemektedir. Yani kırsal kökenli olan tüketiciler, kırsal kökenli olmayanlara göre %22 oranla daha fazla kooperatif markalı ürün tercih etmektedirler. %10 önem seviyesinde anlamlı bulunan ürünün tanımını bilme durumu ile kooperatif markalı ürün tercih etme arasında pozitif yönlü bir ilişki analiz sonucunda belirlenmiştir. Yani kooperatif markalı ürünün tanımını bilenlerin, bilmeyenlere göre %9 oranla daha fazla kooperatif markalı ürün tercih etme olasılığı vardır.

Çizelge 5. Tüketicilerin kooperatif markalı ürün tercih etmesini etkileyen faktörlerin binary logit analiz sonucu.

Table 5. Binary logit analysis result of factors affecting consumers' preference for cooperative branded products.

	Kat Sayı	Standart Hata	z	 z >Z	Marjinal Etki
sabit	-15.048***	2.151	-6.99	0.000	
CINSİYET	2.931***	0.712	4.12	0.000	0.249***
YAS	0.074***	0.028	2.65	0.008	0.005***
GELİR	0.002***	0.001	6.21	0.000	0.001***
KIRSAL	2.967***	0.831	3.57	0.001	0.224***
BİLME	1.467*	0.834	1.76	0.079	0.087**
FIYAT	2.733***	0.933	2.93	0.003	0.177***
KALITE	3.875***	0.882	4.39	0.000	0.256***
REKLAM	-0.401	0.397	-1.01	0.312	-0.029

Not: ***, **, * ==> Önem seviyesinde temsili %1, %5, %10
 Log likelihood function : -88.086, Khi kare [8 d.f.]: 234.261,
 Restricted log likelihood: -205.217, Hosmer-Lemeshow khi-kare: 49.120,
 Önem Seviyesi: 0.000, McFadden Pseudo R-kare: 0.571

SONUÇ

Araştırma kapsamında görüşülen tüketiciler genç ve çalışan nüfustur. Tüketicilerin aylık gelir seviyesi orta ve yüksek gelir seviyesindedir. Tüketicilerin yarısından fazlası erkek ve evlidir. Eğitim seviyesi lise ve lisans mezunu

fazla olan tüketiciler oluşturmaktadır. Tokat ilinde ikamet etme süreleri uzun ve kırsalda ikamet etme oranı düşüktür.

Tüketicilerin yarısından fazlası kooperatif markalı ürün tanımını bilmediği, buna rağmen kooperatif markalı ürünleri fazla oranda tükettikleri (Torku, Marmarabirlik, gibi) gözlenmiştir. Buradan da tüketicinin, kooperatif markalı ürün tüketme açısından diğer markalara göre kooperatif markalı ürünleri tercih ettiği sonucu çıkarılabilir. Ancak sözlü ya da yerel basında reklam yolu ile tanıtımın yetersiz olmasından dolayı fazla bilinç oluşmadığı ifade edilebilir.

Kooperatif markalı ürünlere talebin olduğu anlaşılan bu araştırma ile kooperatif markalı ürünleri üreten birliklerin reklama yani tanıtımına daha önem verilmesi önerilebilir.

Tüketicilerin kooperatif markalarını diğer markalara göre tercih etmelerinde en etkili faktörden biri de kooperatif markalı ürünlerin daha kaliteli olduğunu düşünmeleridir. Bu da toplumun kooperatiflere karşı görüşünün olumlu olduğunu göstermektedir. Görülmüştür ki toplum kooperatiflere ilişkin olumlu tutum ve davranış içerisindedir. Toplumun kooperatifleri destekleme isteği bulunmaktadır. Tüketiciler kooperatif markalı ürünlerin daha kaliteli ve uygun fiyatlı olduğu bilincinde olup kooperatif markalarında daha fazla ürün seçeneği, reklam ve promosyon çalışmalarıyla desteklenebilir.

Kooperatif markalı ürünleri tüketiminde ekonometrik olarak etkili olan faktörler tüketicinin cinsiyeti, yaş, geliri, kırsal kökenli olması, ürünü bilme durumu, fiyat ve kalitesidir.

Yaşın ilerlemesi ve bireylerin kırsal kökenli olması kooperatif markalı ürün tüketme olasılığını arttırmaktadır. Gelir seviyesinin artması ve ürünü bilmekte kooperatif markalı ürünlerin tüketme olasılığını arttırmaktadır. Hem üreticiyi korumak hem de tüketiciyi korumak adına kooperatifler markalı ürünleri teşvik edici ve destekleyici politikalar oluşturulmasına özen gösterilmeli. Bu politikalara yol gösterici verileri sağlayan çalışmalar ise bu çalışma gibi tüketici özelliklerini ve tercihlerini ortaya koyan çalışmalardır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu araştırmada çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Makalenin konu dizaynı, yöntem, yazımı, istatistiksel analiz ve yorumları XXX tarafından yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Ağır, M., Boran, C., Özden, F., & Artukoğlu, M. (2018). Zeytinyağında tüketici tercihleri üzerine bir araştırma: İzmir ili Dikili ilçesi örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(4), 81-90.
- Akgül, A., & Çevik, O. (2005). *Statistical Analysis Techniques*. Emek ofset Ltd. Şti. 2. Printing, Ankara.
- Anonim (2021). Kooperatifler kanunu. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.1163.pdf>. Erişim tarihi: 11 Mayıs 2021.
- Baş, M., & Göral, S. (2018). Tüketicilerin perakende markalarına bakışı: Kooperatif marka örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 52, 492-514.
- Başaran Alagöz, S., Karabıyık, H., & Yılmaz, A. (2018). Kooperatif işletmeleri reklam filmlerinin tüketici algısı üzerindeki etkisi ve farklılaşması: Konya ilinde bir araştırma. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 20(35), 50-58.
- Bektaş, Z., Miran, B., Uysal, Ö., & Günden, C. (2010). Dondurulmuş Gıda Ürünlerine Yönelik Tüketici Tercihleri: İzmir İli Örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(3), 211-221.
- Berenson, M. L., & Levine, D.M. (1996). *Basic Business Statistics Concepts and Applications*. Prentice-hall International. New York.
- Eryılmaz, G. A., Kılıç, O., & Başer, U. (2018). Gıda güvenliği konusunda tüketici davranışlarının belirlenmesi: Samsun ili kentsel alan örneği. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 237-245.
- Everest, B., Niyaz, Ö., Tan, S., & Yercan, M. (2018). Tüketicilerin kooperatif markalı ürünleri tercihinin incelenmesi: Çanakkale ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 516-522.
- Everest, B., Yavaş, A., Tatar, E., Acar, İ., & Çakar, F. (2019). Çiftçilerin kooperatifçilik eğitimi alma isteğini etkileyen faktörler: Çanakkale ili örneği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1), 40-46.
- Gujarati, N. D. (2001). *Essential of Econometrics*. Mc Graw Hill, New York.

- Güler, Y. B., & Bozacı, İ. (2015). *Kooperatif markalarına yönelik algı ve tutumların aracı ve ulusal markalar ile karşılaştırılması: Kırıkkale ilinde gerçekleştirilen bir saha araştırması*. 21. Milletlerarası Türk Kooperatifçilik Kongresi, Karabük.
- Kılıç, O., & Eryılmaz, G.A. (2020). Tüketicilerin ithal tarım ürünleri konusundaki tutum ve davranışlarının belirlenmesi: Samsun ili örneği, Türkiye. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(3), 315-320. Türkiye
- Newbold, P. (1995). *Statistics For Business and Economics*. Prentice Hall International Editions.
- Oğuz, H., & Mete, O. (2017). Kooperatiflerde markalaşma ve tüketici-kooperatif ürünleri ilişkisi: Torku örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 52, 386-424.



Araştırma Makalesi

Samsun İli Alaçam İlçesinde Köy Ürünleri Pazarında Doğrudan Pazarlama ve Pazarlama Etkinliği**

Kerem Hazneci* , Esra Anakök 

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun

Geliş tarihi (Received): 12.11.2021

Kabul tarihi (Accepted): 15.12.2021

Anahtar kelimeler:

Köy pazarı, doğrudan pazarlama, pazarlama marjı

Özet. Köy pazarı satıcılarının işletmelerinin bulunduğu konumu, üretim miktarını, ürün çeşidini, ürün kalitesini ve doğrudan pazarlama için sahip olduğu altyapı imkanlarını göz önüne alarak kullanabileceği doğrudan pazarlama stratejilerini belirlemesi önemli görülmektedir. Bu araştırmada, Samsun/Alaçam Köy Ürünleri Pazarında ürünlerini satan üreticilerin pazarlama koşulları değiştiğinde pazarlama marjları ve pazarlama etkinliğindeki değişimi ölçebilmek için bir analiz gerçekleştirilmiştir. Diğer deyişle doğrudan pazarlama ve dolaylı pazarlama gibi değişik senaryolarda köy ürünleri pazarında ürünlerini satan üreticilerin pazarlama marjları, mutlak marjları ve nispi marjları hesaplanmıştır. Anket yapılan üreticilerin örnek hacminin belirlenmesinde tam sayım yöntemi kullanılmıştır. Pazarlama etkinliği hesaplanırken, en yaygın kullanılan ölçülerden birisi olan Acharya'nın modifiye edilmiş pazarlama etkinliği formülünden yararlanılmıştır. Belirlenen ürünlerin pazarlama indeksleri doğrudan pazarlama kanallarından biri olan köy ürünleri pazarında daha yüksek olarak hesaplanmıştır. Köy ürünleri pazarında çiftçilerin satış yapmasında etkili faktörler arasında en büyük etkenin daha fazla gelir sağlamak olduğu gözlenmektedir. Araştırma sonuçlarına göre ürünlerin değerinden ucuza satılması çiftçilerin gelirlerini azaltmaktadır. Üreticilerin gelirlerini arttırmak için köy ürünlerinin pazarlama yapısı daha etkin hale getirilebilir.

*Sorumlu yazar

kerem.hazneci@omu.edu.tr

Direct Marketing and Marketing Efficiency in The Village Products Market in Alaçam District of Samsun Province

Keywords:

Village market, direct marketing, marketing margin

Abstract. It is important for the village market sellers to determine the direct marketing strategies that they can use by taking into account the location of their businesses, the amount of production, the type of product, the product quality and the infrastructure that they have for direct marketing. In this research, an analysis was carried out to measure the changes in marketing margins and marketing efficiency when the marketing conditions of the producers who sell their products in Samsun/Alaçam village products market change. In other words, marketing margins, absolute margins and relative margins of producers who sell their products in the village products market in different scenarios such as direct marketing and indirect marketing were calculated. The exact count method was used to determine the sample volume of the producers surveyed. While calculating the marketing efficiency, one of the most widely used measures; Acharya's modified marketing efficiency formula was used. The marketing indexes of the determined products were calculated as higher in the village products market, which is one of the direct marketing channels. When direct marketing and indirect marketing activities were compared, it was determined that the direct marketing channel was more effective. In the rural products market, it was observed that the most important factor among the effective ones for farmers to make sales was to generate much more income. According to the results of the research, selling the products cheaper than their value decreases the income of the farmers. The marketing structure of village products should be more effective to increase the income of the producers.

GİRİŞ

Üretimin milli ekonomiye katkısını arttırmak için pazarlama önemli bir araçtır. Ürünün hasattan başlayarak tüketiciye kadar uzanan aşamalarda kayıpların en aza indirilmesi, kalitenin korunması pazarlamanın hedeflerindedir (Top ve Albayrak, 2012). Tarım ve gıda ürünlerinin pazarlama kanallarının incelenmesinin iki önemli parametresi vardır: bunlardan ilki, besin ihtiyacının güvenilir gıdalarla karşılanması ikincisi, üretici açısından kazanç, tüketici açısından uygun fiyattır (Albayrak ve ark., 2010).

Türkiye'de tarımsal ürünlerin pazarlanmasında doğrudan ve dolaylı olarak çok fazla sayıda kişi, kurum ve kuruluş faaliyette bulunmaktadır. Pazarlamacıların sayısal çokluğu ve dağınık yapıları, pazarlama organizasyonunun etkinliğini azaltmaktadır. Tarım kesiminde faaliyet gösteren üreticiler genellikle pazarlama imkânları kısıtlı olan küçük işletmelerdir. Pazarlama kanallarının etkinliği sayesinde bu kısıtlı imkanlar ortadan kalkabilmekte, üreticiler yerel pazarlar dışındaki pazarlara ve pazar bilgilerine kolaylıkla ulaşabilmektedir (Emeksiz ve ark., 2005).

Doğrudan pazarlama üretilen bir malın üreticiden tüketiciye ulaşmasındaki dağıtım kanallarındaki toptancı veya perakendecinin elimine edilmesidir. Doğrudan pazarlama sayesinde tüketiciler talep etmiş oldukları ürünleri daha uygun bir fiyata satın alma imkânına sahip iken, üreticilere de artan pazarlama marjları sayesinde daha yüksek bir kazanç elde etme imkânı sağlamaktadır. Doğrudan pazarlamanın en iyi örneklerinden birisi de köy ürünleri pazarlarıdır. Bu pazarlarda üreticiler ve tüketiciler bir araya gelmektedirler. Tüketiciler bu pazarlar sayesinde talep etmiş oldukları doğal köy ürünlerine ulaşmaktadır.

Tarımsal pazarlama üreticinin hangi miktar ve kalitede ürün üreteceği ile başlayıp, ürünün pazara hazırlanması, standardizasyonu, depolama, nakliyat ve nihayetinde tüketiciye kadar olan süreçteki faaliyetlerin tümünü kapsamaktadır (Anonim, 2003). Doğrudan pazarlama, kanal arayışları içerisinde popüleritesi giderek artan bir kanaldır. Doğrudan pazarlama, üreticilere ürünlerini satabilmek için paketleyicilere, nakliyecilere ve araçlara ödeme yapmak yerine ürünlerini doğrudan tüketiciye satma olanağı sağlayarak maliyetleri azaltmaktadır (Young, 1995; Adanacioğlu, 2014). Doğrudan pazarlamaya en uygun örneklerden birisi köy ürünleri pazarlarıdır. Köy ürünleri pazarlarının pazarlama etkinlik düzeyleri, pazar çıktısını pazar girdisine oranlayarak ölçülmektedir (Angulo, 2002).

Köy pazarlarının hem tüketici hem de üretici açısından çeşitli avantajları bulunmaktadır. Kırsal kesimde yaşayan üreticilere daha yüksek gelir imkânı sunmak, doğal köy ürünlerinin üreticiden tüketiciye ulaşırken doğrudan pazarlama yöntemi ile satın alma imkânı sağlamak, köylerde yaşayan kadın üreticilerin ürettiklerini satarak istihdamın artırılması ve sosyal hayata katılımları sağlanmak köy ürünleri pazarlarının avantajlarından birileri olarak gösterilebilir.

Alaçam köy ürünleri pazarı, 2018 yılında Gökçeboğaz köyünde doğayla iç içe bir alanda 4500 m²'lik alana, sosyal bir proje amacıyla kurulmuştur. Köy ürünleri pazarına Alaçam ilçesine bağlı 15 farklı köyden üreticiler, satış yapmak için gelmektedir. Pazarın kuruluş amacı, tüketicilere doğal köy ürünlerini ulaştırmak, alternatif pazar çeşitliliği sağlamak, istihdamı arttırmak, özellikle kırsal kesimde yaşayan kadınların ürettikleri ürünleri satma imkânı sağlayarak ekonomiye ve sosyal hayata katılımları hedeflenmiştir.

Pazarlar kurulma yerlerine, zamanlarına, satılan ürünlere, yerleşim planlarına göre farklılıklar oluşturmaktadır. Köy ürünleri pazarı haftada bir gün açılmaktadır. Pazarın ismi kendisini diğer pazar türlerinden ayırmaktadır. Köy ürünleri pazarı adını, üreticilerin ürettiği doğal ürünlerini satması ile bu ismi almıştır. Pazaryerinde bulunan tezgâhlar genel görünüm olarak birbirine benzemektedir. Mevsimsel değişiklikler nedeniyle pazaryerinde bulunan tezgâhların üst kısmı kapatılmıştır.

Köy ürünleri pazarında Alaçam'da yaşayan geçimin tarımla sağlayan üreticiler ve aileleri, emekli ve esnaf olup ek gelir amaçlı tarımla uğraşan kişiler satış yapmaktadır. Pazar, ilçe halkı dışında bağlı bulunduğu il ve çevre illerden gelen müşterilere de hitap etmektedir. Köy ürünleri pazarı, pazar yapısı, kuruluş yeri ve satış yapan işletmeler açısından özgün bir yapıya sahiptir.

Tarımsal üretim yapan işletmeler gelirlerini arttırmak amaçlı ürettiği ürünlerini satmak için semt ve üretici pazarlarına getirmektedirler. Belediyeler, üretici pazarlarını modern bir yapıya ulaştırmak, üreticilerin pazarlık faaliyetlerini düzenlemek, tüketicilerin güvenli gıdaya ulaşmasını sağlamak amaçlı çeşitli hizmetlerde bulunmaktadır. Araştırma bölgesi olan Alaçam köy ürünleri pazarı, Samsun büyükşehir belediyesi desteğiyle Alaçam belediyesi tarafından kurulmuştur. Belediye köy ürünleri pazarında satışın devamlılığını sağlamak, üreticilerin gelirlerini arttırmak amaçlı yer işgalyesi ücreti almamaktadır. Belediyenin sunmuş olduğu hizmetlerin memnuniyet durumu incelendiğinde işletmelerin büyük çoğunluğu memnun olduğunu bildirmiştir.

Samsun ilinde tahıl, meyve, sebze üretimi ve hayvancılık ağırlıklı olarak yapılmaktadır. Alaçam'da sebze üretimi en fazla yapılan ürünler pırasa, karpuz, domates, lahana (beyaz) gibi sebzelerdir. Araştırma bölgesi olan Alaçam ilçesinde tahıl, yem bitkisi, az miktarda da endüstri bitkisi üretimi yapılmaktadır.

Köy pazarı satıcılarının işletmelerinin bulunduğu konumu, üretim miktarını, ürün çeşidini, ürün kalitesini ve doğrudan pazarlama için sahip olduğu altyapı imkânlarını göz önüne alarak kullanabileceği doğrudan pazarlama stratejilerini belirlemesi önemli görülmektedir. Türkiye'de özellikle köy ürünleri pazarları ve dolaylı olarak organik pazarlar ve doğrudan pazarlama kanalları üzerine yapılmış araştırmalar kısıtlı miktardadır. Pazarlama etkinliği üzerine yapılan çalışmalar ise genellikle bir ürün için yapılan spesifik çalışmalardır. İşletme düzeyinde pazarlama etkinliği ve pazarlama marjı, nispi marj çalışmaları yok denecek kadar azdır.

Bu araştırmada, Samsun ili Alaçam Köy Ürünleri Pazarı'nda ürünlerini satan üreticilerin pazarlama koşulları değiştiğinde pazarlama marjları ve pazarlama etkinliğindeki değişimi ölçebilmek için bir analiz gerçekleştirilmiştir. Diğer bir deyişle doğrudan pazarlama ve dolaylı pazarlama gibi değişik senaryolarda köy ürünleri pazarında ürünlerini satan üreticilerin pazarlama marjları, mutlak marjları ve nispi marjları hesaplanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırmada kullanılan verilerin ana kitesini Samsun ili Alaçam ilçesinde köy ürünleri pazarında ürünlerini satan üreticiler ile yapılan anket çalışmaları oluşturmuştur. Verileri toplamak için hazırlanan anketler hem araştırmanın amacına göre hem de konu ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalardan yararlanılarak belirlenmiştir. Ayrıca, araştırma bölgesinde bulunan kamu kuruluşlarının kayıt ve dokümanları ile bölgedeki araştırma kuruluşlarının tespitlerinden ve bölgede daha önce yapılmış olan araştırma sonuçlarından da yararlanılmıştır. Anketler 2019 yılı Kasım-Aralık ve 2020 yılı Ocak-Şubat aylarında uygulanmıştır.

Araştırmada ana kitleyi, Samsun ili Alaçam ilçesinde yer alan ve Alaçam Köy Ürünleri Pazarı'nda satış yapan üreticiler oluşturmuştur. Üreticilerin tamamı ile görüşülmesi hedeflenmiştir bu nedenle anket yapılacak üreticilerin örnek hacminin belirlenmesinde tam sayım yöntemi kullanılmıştır. İnceleme alanında bazı üreticilerin görüşmeyi reddetmesi ve birkaç üreticiden alınan verilerin sağlıklı olmayışı sebebiyle toplamda 60 tarım işletmesinden anket yoluyla toplanan veriler değerlendirmeye alınmıştır. Alaçam Köy Ürünleri Pazarı dışında pazarlama olanakları da araştırılmıştır. Özellikle pazarlama masrafları, fireler ve diğer masraf unsurları dikkatle toplanmış ve doğrudan pazarlama kanalları ile diğer kanallar arasındaki etkinlik hesaplanmaya çalışılmıştır.

Araştırmanın amacına göre geliştirilen anket formlarının alanda işlerliğini test etmek için öncelikle pilot çalışma uygulanmıştır. Pilot çalışma sonucunda elde edilen veriler ile gerekli olan analizler yapılmış ve bazı sorular anket formundan çıkarılmış, araştırmaya uygun olduğu düşünülen bazı sorular ise anket formuna eklenmiş ve böylelikle tespit edilen eksiklikler giderilerek anket formları yeniden düzenlenmiştir. Anket formları, işletme sahipleri ile yüz yüze yapılan görüşmelerle doldurulmuştur.

Bu araştırmada, köy ürünleri pazarında ürünlerini satan üreticilerin pazarlama koşulları değiştiğinde pazarlama marjları ve pazarlama etkinliğindeki değişimi ölçebilmek için bir analiz gerçekleştirilmiştir. Diğer deyişle doğrudan pazarlama ve dolaylı pazarlama gibi değişik pazarlama türlerinde köy ürünleri pazarında ürünlerini satan üreticilerin Pazarlama marjları, mutlak marjları ve nispi marjları hesaplanmıştır. Pazarlama marjı, tüketicilerin gıda maddeleri harcamaları içinde pazarlamanın payını göstermektedir. Pazarlama masrafları, üretim masraflarından ayrılmaktadır. Bu ayırım "çiftlik avlusu"ndan başlar. Ürünlere, çiftlikte buldukları sürece yapılan masraflar üretim masraflarıdır. Ürün çiftliği terk ettikten sonra yapılan masraflara da pazarlama masrafları denmektedir (Cinemre, 2011).

Pazarlama marjlarını tanımlamanın iki yolu vardır, bunlardan birisi iki pazarlama safhası (toptancı ile perakendeci veya çiftçi ile toptancı) arasındaki fiyat farklarından hareket etmektir (Tomek ve Robinson, 1982). Diğer bir yöntem pazarlama kanalı boyunca yapılan hizmetlerin masraflarından yola çıkarak pazarlama marjlarını bulmaktır. Perakende fiyat içindeki üretici payı (üretici marjı) ise aşağıda belirtilen eşitlik (1) ile hesaplanmıştır:

$$\text{Üretici marjı} = \frac{\text{Üreticinin eline geçen fiyat}}{\text{Perakende fiyat}} \times 100 \quad (1)$$

Pazarlama etkinliği hesaplanırken, en yaygın kullanılan ölçülerden birisi olan aşağıda belirtilen Acharya'nın modifiye edilmiş pazarlama etkinliği (Acharya's Modified Marketing Efficiency) formülünden (eşitlik (2) (Murthy ve ark., 2007; Adanacıoğlu, 2014)) yararlanılmıştır:

$$MME = \frac{NPF}{MC + NMM + ML} \quad (2)$$

Bu formülde;

MME : Modifiye edilmiş pazarlama etkinliği ölçüsünü;

NPF : Çiftçilerin eline geçen net fiyatı;

MC : Çiftçiler ve araçlar tarafından yapılan toplam pazarlama masrafını

NMM : Araçlar tarafından elde edilen toplam net pazarlama marjını,

ML : Hasattan tüketiciye ulaşıncaya kadar üründe meydana gelen fiziksel kayıpların değerini ifade etmektedir.

Bir işletmenin kullandığı pazarlama kanalında etkin olabilmesi için pazarlama etkinliği indeksi katsayısının 1'den büyük olması gerekmektedir. Bu katsayı, 1'den ne kadar büyük olursa işletmenin pazarlama kanalındaki etkinliği de o derece artmaktadır. Söz konusu katsayının 1'den küçük olması ise, işletmenin kullandığı pazarlama kanalının etkin olmadığını ortaya koymaktadır (Murthy ve ark., 2016).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Köy Ürünleri Pazarındaki Satıcıların Kullandıkları Doğrudan Pazarlama Seçenekleri

Tarımsal üretim yapan işletmelerin ürünlerini pazarlamak için çeşitli doğrudan pazarlama seçenekleri bulunmaktadır. Üreticilerin pazarlama yöntemini seçmesinde işletmelerin pazara yakınlığı, ürün çeşitliliği, ürün miktarı gibi faktörler etkili olmaktadır. Bazı işletmeler için birden çok doğrudan satış yöntemi uygun olabilmektedir. Araştırma bölgesinde görüşülen üreticilerin doğrudan satış yaptıkları pazarlama seçenekleri incelendiğinde genellikle ilçedeki köy ürünleri pazarını ve ilçede kurulan semt pazarını tercih ettikleri tespit edilmiştir. Satış durumları incelendiğinde ise köy ürünleri pazarı ve semt pazarında orta düzeyde satış yaptıkları tespit edilmiştir. Üreticilerin diğer doğrudan pazarlama seçeneklerini pek fazla tercih etmediği görülmektedir (Çizelge 1).

Pazarlama etkinliği ile ilgili İzmir ili Kemalpaşa ilçesi kiraz üreticileri üzerinde yapılan bir araştırmada; kullanılan doğrudan satış seçeneklerinin kullanım sıklığı çok düşük düzeyde olmakla birlikte, en sık kullanılan doğrudan satış seçeneğinin üreticilerin kendi kiraz bahçelerinden gerçekleştirdikleri satış olduğu belirlenmiştir. Bunu İzmir'de kurulan semt pazarlarında satışın izlediği tespit edilmiştir (Adanacioğlu, 2017). İzmir ili Urla ilçesi Balıklıova köyünde enginar ürünü pazarlama etkinliği üzerine yapılan bir çalışmada ise, doğrudan pazarlama seçeneklerinde üreticilerin pazarlama etkinlikleri karşılaştırıldığında, en yüksek etkinlik indeksi değeri yol kenarında yapılan satış seçeneğinde bulunmuştur. Bunu sırasıyla; semt pazarı, köy merkezi ve toplum destekli tarım izlemiştir (Adanacioğlu, 2014).

Çizelge 1. Üreticilerin kullandıkları doğrudan pazarlama seçenekleri.

Table 1. Direct marketing options used by producers.

Pazarlama seçenekleri	Ortalama	Standart sapma
İlçedeki köy ürünleri pazarı	3.5	0.9
İlçede kurulan semt pazarı	2.8	1.4
Çevre komşulara satış	1.5	0.9
Sipariş üzerine kargo	1.2	0.5
Kendi özel aracı ile dolaşarak	1.1	0.4
Samsun'da kurulan semt pazarı	1.1	0.4
Yol kenarında satış	1.1	0.3
Samsun'daki üretici pazarı	1.0	0.3
Anlaşma yapılan tüketiciler ile	1.0	0.3
İnternet üzerinden satış	1.0	0

̄: Likert ortalaması; 1) Hiç satış yapmadım, 2) Çok az satış yaptım, 3) Orta düzeyde satış yaptım, 4) Genellikle satış yaptım, 5) Kesinlikle önemli düzeyde satış yaptım.

Belirli Ürünlerde Doğrudan ve Dolaylı Pazarlama Kanallarında Üreticilerinin Pazarlama Etkinliği

İncelenen işletmelerde belirli ürünlerde doğrudan ve dolaylı pazarlamada kg başına üreticinin eline geçen brüt

ve net fiyatlar Çizelge 2' de verilmiştir. İşletmelerin köy ürünleri pazarında satmış olduğu domatesin brüt fiyatı 3.50 TL, biberin (kapy) 4.16 TL, lahananın (beyaz) 1.66 TL olarak saptanmıştır. İşletmelerin doğrudan pazarlama yöntemi halk pazarında satış yaptığıında domatesin brüt fiyatı 2.00 TL, biberin (kapy) 2.90 TL, lahananın (beyaz) ise 1.02 TL olarak hesaplanmıştır. İşletmelerin dolaylı pazarlama yöntemi ile tüccar/komisyoncuya sattığında domateste eline geçen brüt fiyat 1.57 TL, biberde (kapy) 2.13 TL, lahanada (beyaz) ise üreticinin eline geçen brüt fiyatı 0.50 TL olarak hesaplanmıştır.

Üreticilerin doğrudan pazarlama yöntemi ile köy ürünleri pazarında satış yaptığıında eline geçen net fiyat domateste 3 TL, biberde (kapy) 3.38 TL, lahanada (beyaz) 1.43 TL olarak hesaplanmıştır. Doğrudan pazarlama yöntemi ile satış yapılan halk pazarında domateste üreticinin eline geçen net fiyat 1.63 TL, biberde (kapy) 2.30 TL, lahanada (beyaz) ise eline geçen net fiyat 0.84 TL olarak hesaplanmıştır. Araştırma alanındaki işletmelerin dolaylı pazarlama ile tüccar/komisyoncuya satmış olduğu domatesten üreticinin eline geçen net fiyat 1.5 TL, biberden (kapy) 2.01 TL, lahanadan (beyaz) eline geçen net fiyat 0.47 TL olarak hesaplanmıştır. Çizelgeden de görüleceği üzere üreticilerin eline geçen net fiyatlar köy pazarı diğer pazarlama kanalları ile karşılaştırıldığında ürünlerini köy pazarında satmanın daha karlı olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. İncelenen işletmelerde belirli ürünlerde doğrudan ve dolaylı pazarlamada üreticilerin eline geçen brüt ve net fiyatlar. *Table 2. Gross and net prices received by the producers in direct and indirect marketing of certain products in the enterprises examined.*

	Doğrudan Pazarlama (Köy pazarı)	Doğrudan Pazarlama (Halk pazarı)	Dolaylı Pazarlama (Tüccar/
Domates			
Brüt fiyat (TL kg ⁻¹)	3.50	2.00	1.57
Toplam pazarlama masrafları (TL kg ⁻¹)*	0.43	0.33	0.04
Ürün kayıpları (TL kg ⁻¹)**	0.07	0.04	0.03
Net fiyat (TL kg ⁻¹)	3.00	1.63	1.50
Biber (kapy)			
Brüt fiyat (TL kg ⁻¹)	4.16	2.90	2.13
Toplam pazarlama masrafları (TL kg ⁻¹)*	0.70	0.54	0.08
Ürün kayıpları (TL kg ⁻¹)**	0.08	0.06	0.04
Net fiyat (TL kg ⁻¹)	3.38	2.30	2.01
Lahana (beyaz)			
Brüt fiyat (TL kg ⁻¹)	1.66	1.02	0.50
Toplam pazarlama masrafları (TL kg ⁻¹)*	0.19	0.16	0.02
Ürün kayıpları (TL kg ⁻¹)**	0.03	0.02	0.01
Net fiyat (TL kg ⁻¹)	1.44	0.84	0.47

*Taşıma, taşıma işçiliği, paketleme, depolama, komisyoncu ve diğer pazarlama masrafları.

**Kayıp oranının hesaplanmasında %2 kullanılmıştır.

Köy ürünleri pazarında satış yapan işletmelerin belirli ürünlerde doğrudan pazarlama indeksi Çizelge 3'de verilmiştir. Pazarlama etkinliği köy ürünleri pazarında hesaplanırken kilogram başına domateste net fiyat 3.00 TL, toplam pazarlama masrafı 0.43 TL, ürün kayıpları 0.07 TL olarak net pazarlama marjı ürünler doğrudan tüketiciye satıldığı için sıfır olarak alınmış ve doğrudan pazarlama etkinliği indeksi 6.00 olarak hesaplanmıştır. Bir işletmenin kullandığı pazarlama kanalında etkin olabilmesi için pazarlama etkinliği indeksi katsayısının 1'den büyük olması gerekmektedir. Bu katsayı, 1'den ne kadar büyük olursa işletmenin pazarlama etkinliği de o derece artmaktadır. Domatesin köy ürünleri pazarında pazarlama etkinliği katsayısı 6.00 halk pazarında 4.34 olarak hesaplanmıştır. Pazarlama etkinliği indekslerine bakıldığında köy ürünleri pazarında ürünlerini satmanın daha etkin olduğu saptanmıştır. Biberin (kapy) köy pazarı ve halk pazarı pazarlama etkinliği indeksleri karşılaştırıldığında köy pazarında 4.31, halk pazarında ise 3.82 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda biberin (kapy) köy ürünleri pazarında satılmasının daha etkin olduğu ortaya konulmuştur. Lahananın (beyaz) köy pazarı ve halk pazarı pazarlama etkinlikleri indeksleri karşılaştırıldığında köy pazarında 6.37 halk pazarında ise 4.71 olarak saptanmıştır. İndekslere bakıldığında köy ürünleri pazarında satış yapmanın daha etkin olduğu ortaya konmuştur (Çizelge 3).

İncelenen işletmelerde belirli ürünleri doğrudan pazarlama yöntemi ile satış yapan işletmelerin pazarlama

etkinliği indeksi Çizelge 4'te verilmiştir. Domatesin dolaylı pazarlama ile (tüccar/komisyoncu) satılmasında kilogram başına net fiyatı 1.5 TL, tüketiciye satış fiyatı 4.80 TL, aracılardan toplam pazarlama marjı 3.30 TL, ürünlerin toplam pazarlama masrafı 0.04 TL, pazarlama etkinliği indeksi 0.45 olarak hesaplanmıştır. Pazarlama indeksinin 1'den küçük çıkması, köy ürünleri pazarındaki satış yapan üreticilerin kullandığı pazarlama kanalının etkin olmadığını ortaya koymuştur. Domates dolaylı pazarlama yöntemi ile satıldığında nispi marjı 0.69 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. İncelenen işletmelerde belirli ürünlerde doğrudan pazarlama etkinliği indeksi.

Table 3. The index of direct marketing effectiveness in certain products in the companies studied.

	Doğrudan Pazarlama					
	Köy pazarı	Halk pazarı	Köy pazarı	Halk pazarı	Köy pazarı	Halk pazarı
	Domates	Biber (kapyra)	Lahana (beyaz)			
Net fiyat (TL kg ⁻¹) (a)	3.00	1.63	3.38	2.30	1.43	0.84
Toplam pazarlama masrafları (TL kg ⁻¹)* (b)	0.43	0.33	0.70	0.54	0.19	0.16
Ürün kayıpları (TL kg ⁻¹)** (c)	0.07	0.04	0.08	0.06	0.03	0.02
Net pazarlama marjı (d)	0	0	0	0	0	0
Pazarlama etkinliği indeksi (a/(b+c+d))	6.00	4.34	4.31	3.82	6.37	4.71

*Taşıma, taşıma işçiliği, paketleme, depolama, komisyoncu ve diğer pazarlama masrafları.

**Kayıp oranının brüt fiyat üzerinden hesaplanmasında %2 kullanılmıştır.

Biber (kapyra), dolaylı pazarlama yöntemi ile (tüccar/komisyoncu) satıldığında kilogram başına net fiyatı 2.01 TL, tüketiciye satış fiyatı 5.68 TL, aracılardan toplam pazarlama marjı 3.30 TL, üreticinin toplam pazarlama masrafı 0.04 TL, pazarlama indeksi 0.54 olarak hesaplanmıştır. Pazarlama indeksi 1'in altında çıktığı için üreticilerin seçmiş olduğu pazarlama kanalı etkin değildir. Biber (kapyra) tüccar ya da komisyon aracılığıyla dolaylı pazarlama yöntemi ile satıldığında nispi marj 0.65 olarak hesaplanmıştır. Lahana (beyaz), dolaylı pazarlama yöntemi ile satıldığında pazarlama etkinliği indeksi 0.27 olarak hesaplanmıştır. Pazarlama etkinliğinin 1'den küçük olması üreticilerin seçmiş olduğu pazarlama kanalının etkin olmadığını ortaya koymuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. İncelenen işletmelerde belirli ürünlerde dolaylı pazarlama etkinliği indeksi.

Table 4. Indirect marketing effectiveness index for certain products in the companies studied.

	Dolaylı Pazarlama (Tüccar/ Komisyoncu)		
	Domates	Biber (kapyra)	Lahana
Net fiyat (TL kg ⁻¹) (a)	1.50	2.01	0.47
Tüketiciye satış fiyatı (TL kg ⁻¹) (b)	4.80	5.68	2.20
Aracılardan toplam pazarlama marjı (TL kg ⁻¹) (c) (c = b - a)	3.30	3.67	1.73
Üreticinin toplam pazarlama masrafı (TL kg ⁻¹) (d)	0.04	0.08	0.02
Pazarlama etkinliği indeksi (a/(c+d))	0.45	0.54	0.27
Nispi marj % (c/b)	0.69	0.65	0.79

İncelenen işletmelerde üreticinin eline geçen brüt ve net fiyatlar Çizelge 5'te verilmiştir. Üreticilerin doğrudan pazarlama yöntemi ile köy ürünleri pazarında satış yaptığında eline geçen net fiyat soğanda 1.95 TL, patlıcanda 3.08 TL, salatalıkta 2.93 TL olarak hesaplanmıştır.

Doğrudan pazarlama yöntemi ile satış yapılan halk pazarında soğan satışında üreticinin eline geçen net fiyat kilogram başına 1.75 TL, patlıcan satışında 2.09 TL ve salatalıkta ise net fiyat 1.55 TL olarak hesaplanmıştır. Araştırma alanındaki işletmelerin dolaylı pazarlama ile tüccar/komisyoncuya satmış olduğu soğandan üreticinin eline geçen net fiyat 1.20 TL, patlıcanda 1.65 TL, salatalık satışında üreticinin eline geçen net fiyat 1.40 TL olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5'ten görüleceği üzere üreticilerin eline geçen net fiyatlar köy pazarı diğer pazarlama kanalları ile karşılaştırıldığında ürünlerini köy pazarında satmanın daha karlı olduğu saptanmıştır.

Pazarlama etkinliği köy ürünleri pazarında hesaplanırken soğanda net fiyat 1.95 TL, toplam pazarlama masrafı

0.33 TL, ürün kayıpları 0.05 TL olarak, net pazarlama marjı ürünler doğrudan tüketiciye satıldığı için sıfır olarak alınmış ve doğrudan pazarlama etkinliği indeksi köy ürünleri pazarında 5.19 halk pazarında ise 4.13 olarak hesaplanmıştır. Pazarlama etkinliği indeksine bakıldığında çiftçilerin soğanlarını köy ürünleri pazarında satmanın daha etkin olduğu saptanmıştır.

Çizelge 5. İncelenen işletmelerde belirli ürünlerde doğrudan ve dolaylı pazarlamada üreticilerin eline geçen brüt ve net fiyatlar
Table 5. Gross and net prices received by the producers in direct and indirect marketing of certain products in the examined enterprises.

	Doğrudan Pazarlama (Köy pazarı)	Doğrudan Pazarlama (Halk pazarı)	Dolaylı Pazarlama (Tüccar/
Soğan			
Brüt fiyat (TL kg ⁻¹)	2.33	2.17	1.25
Toplam pazarlama masrafları (TL kg ⁻¹)*	0.33	0.38	0.03
Ürün kayıpları (TL kg ⁻¹)**	0.05	0.04	0.03
Net fiyat (TL kg ⁻¹)	1.95	1.75	1.19
Patlıcan			
Brüt fiyat (TL kg ⁻¹)	3.88	2.58	1.75
Toplam pazarlama masrafları (TL kg ⁻¹)*	0.72	0.44	0.06
Ürün kayıpları (TL kg ⁻¹)**	0.08	0.05	0.04
Net fiyat (TL kg ⁻¹)	3.08	2.09	1.65
Salatalık			
Brüt fiyat (TL kg ⁻¹)	3.41	1.92	1.50
Toplam pazarlama masrafları (TL kg ⁻¹)*	0.41	0.33	0.07
Ürün kayıpları (TL kg ⁻¹)**	0.07	0.04	0.03
Net fiyat (TL kg ⁻¹)	2.93	1.55	1.40

*Taşıma, taşıma işçiliği, paketleme, depolama, komisyoncu ve diğer pazarlama masrafları.

**Kayıp oranının brüt fiyat üzerinden hesaplanmasında %2 kullanılmıştır.

Çizelge 6. İncelenen işletmelerde belirli ürünlerde doğrudan pazarlama etkinliği indeksi.

Table 6. The index of direct marketing effectiveness in certain products in the companies studied.

	Doğrudan Pazarlama					
	Köy pazarı	Halk pazarı	Köy pazarı	Halk pazarı	Köy pazarı	Halk pazarı
	Soğan		Patlıcan		Salatalık	
Net fiyat (TL kg⁻¹) (a)	1.95	1.75	3.08	2.09	2.93	1.55
Toplam pazarlama masrafları (TL kg⁻¹)* (b)	0.33	0.38	0.72	0.44	0.41	0.33
Ürün kayıpları (TL kg⁻¹)** (c)	0.05	0.04	0.08	0.05	0.07	0.04
Net pazarlama marjı (d)	0	0	0	0	0	0
Pazarlama etkinliği indeksi (a/(b+c+d))	5.19	4.13	3.86	4.25	6.13	4.21

*Taşıma, taşıma işçiliği, paketleme, depolama, komisyoncu ve diğer pazarlama masrafları.

**Kayıp oranının brüt fiyat üzerinden hesaplanmasında %2 kullanılmıştır.

Patlıcanın, köy pazarı ve halk pazarı pazarlama etkinliği indeksleri karşılaştırıldığında köy pazarında 3.86 halk pazarında ise 4.25 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda patlıcanın halk pazarında satılmasının daha etkin olduğu ortaya konulmuştur. Salatalığın köy pazarı ve halk pazarı pazarlama etkinlikleri indeksleri karşılaştırıldığında köy pazarında 6.13 halk pazarında ise 4.21 olarak saptanmıştır. İndekslere bakıldığında köy ürünleri pazarında satış yapmanın daha etkin olduğu ortaya konmuştur (Çizelge 6).

Soğanın dolaylı pazarlama ile (tüccar/komisyoncu) satılmasında net fiyat 1.20 TL, tüketiciye satış fiyatı 2.60 TL, araçların toplam pazarlama marjı 1.41 TL, ürünlerin toplam pazarlama masrafı 0.03 TL, pazarlama etkinliği indeksi

0.83 olarak hesaplanmıştır. Pazarlama indeksinin 1'den küçük çıkması, köy ürünleri pazarındaki satış yapan üreticilerin kullandığı pazarlama kanalının etkin olmadığını ortaya koymuştur. Soğan dolaylı pazarlama yöntemi ile satıldığında nispi marjı 0.54 olarak hesaplanmıştır. Patlıcan, dolaylı pazarlama yöntemi ile (tüccar/komisyoncu) satıldığında net fiyat 1.65 TL, tüketiciye satış fiyatı 4.73 TL, araçların toplam pazarlama marjı 3.08 TL, üreticinin toplam pazarlama masrafı 0.06 TL, pazarlama indeksi 0.52 olarak hesaplanmıştır. Pazarlama indeksi 1'in altında çıktığı için üreticilerin seçmiş olduğu pazarlama kanalı etkin değildir. Salatalık ürününün tüccar yada komisyon aracılığıyla dolaylı pazarlama yöntemi ile satıldığında nispi marj 0.63 olarak hesaplanmıştır. Salatalığın dolaylı pazarlama yöntemi ile satıldığında pazarlama etkinliği indeksi 0.57 olarak hesaplanmıştır. Pazarlama etkinliğinin 1'den küçük olması üreticilerin seçmiş olduğu pazarlama kanalının etkin olmadığını ortaya koymuştur (Çizelge 7).

Çizelge 7. İncelenen işletmelerde belirli ürünlerde dolaylı pazarlama etkinliği indeksi

Table 7. Indirect marketing efficiency index for certain products in the companies studied.

	Dolaylı Pazarlama (Tüccar/ Komisyoncu)		
	Soğan	Patlıcan	Salatalık
Net fiyat (TL kg ⁻¹) (a)	1.20	1.65	1.40
Tüketiciye satış fiyatı (TL kg ⁻¹) (b)	2.60	4.73	3.80
Araçların toplam pazarlama marjı (TL kg ⁻¹) (c) (c = b - a)	1.40	3.08	2.40
Üreticinin toplam pazarlama masrafı (TL kg ⁻¹) (d)	0.03	0.06	0.07
Pazarlama etkinliği indeksi (a/(c+d))	0.83	0.52	0.57
Nispi marj % (c/b)	0.54	0.65	0.63

Benzer şekilde kiraz üreticilerinin pazarlama etkinliği ile ilgili yapılan bir araştırmada; dolaylı ve doğrudan pazarlama senaryosu altında kiraz üreticilerinin karlılık düzeyi incelenmiş, doğrudan pazarlama yapan kiraz üreticilerinin yapmayanlara göre sattıkları kirazın birimi başına daha fazla kar elde ettikleri görülmüştür (Adanacioğlu, 2017). Elma üretiminde pazarlama etkinliğinin değerlendirildiği bir başka çalışmada ise doğrudan pazarlama etkinliği 3.72, dolaylı pazarlama etkinliği 0.24 olarak bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, elma üreticilerin kullandığı dolaylı pazarlama kanallarının etkin olmadığı, pazarlama etkinliği indeksine göre bu iki pazarlama sisteminden, doğrudan pazarlama siteminin üreticiler açısından avantajlı olduğu belirlenmiştir (Erdoğan ve ark, 2016). İzmir ili Urla ilçesi Balıklıova köyünde enginar ürünü pazarlama etkinliği üzerine yapılan bir çalışmada ise enginarın doğrudan pazarlanması durumunda üreticilerin pazarlama etkinliğinin yaklaşık 3 ile 8 kat arasında değişen düzeyde arttığını ortaya konulmuştur (Adanacioğlu, 2014).

SONUÇ

Türkiye'de tarımsal üretim işletmeleri ürünlerini pazarlamak için farklı pazarlama arayışına girmişlerdir. Doğrudan pazarlama da bu seçenekler arasındadır. Köy ürünleri pazarında çiftçiler ürünlerini doğrudan pazarlama yöntemi ile satmaktadır. Bu yöntem ile daha fazla gelir elde etmektedirler. Tüketicilerde ürünleri daha uygun fiyattan satın almaktadır. Köy ürünleri pazarında satış yapan işletmeler alternatif pazar olarak ilçe merkezinde kurulan semt pazarında da satış yapmaktadır.

Köy ürünleri pazarı bir proje amacı ile kurulmuştur. Kurulan pazar bölgede yaşayan üreticilerin ürünlerini pazarlamada alternatif bir pazarlama kanalı oluşturmuştur. Köy ürünleri pazarında satış yapan işletmelerin köy pazarı, halk pazarı ve tüccar/komisyoncu kanalları aracılığıyla satılan ürünlerin pazarlama etkinliği ölçülmüştür. Belirlenen ürünlerin pazarlama indeksleri doğrudan pazarlama kanallarından biri olan köy ürünleri pazarında daha yüksek olarak hesaplanmıştır. Pazarlama etkinliği indeksinin 1 den büyük olması pazarlama etkinliğinin büyük olduğunu göstermektedir. Pazarlama etkinliğinin indeksinin 1 den küçük olması seçilen pazarlama kanalının etkin olmadığını göstermektedir. Seçilen ürünler arasında pazarlama etkinliği en yüksek ürün köy ürünleri pazarında satılan lahanadır (beyaz). Doğrudan pazarlama ve dolaylı pazarlama etkinlikleri karşılaştırıldığında, doğrudan pazarlama kanalının daha etkin olduğu saptanmıştır. Doğrudan pazarlama da üretici ile tüketici arasındaki pazarlama marjı sıfıra indirilerek hem üreticiler hem de tüketiciler arasında daha fazla kazanç sağlamaktadır. Üreticilerin ürünlerinin tamamının doğrudan pazarlama yöntemi ile satması mümkün olmayabilir. Bu gibi

durumlarda üreticilerin bir araya gelerek üretici örgütü kurarak ürünlerini kooperatif aracılığı ile satışını gerçekleştirebilirler. Dolaylı pazarlama da üretici ve tüketici arasında pazarlama marjı yüksek olduğundan doğrudan pazarlamanın daha etkin kanısına varılmıştır.

Köy ürünleri pazarları diğer pazar çeşitlerine göre Türkiye’de daha az sayıdadır. Doğrudan pazarlamanın bir örneği olan köy pazarları ülkemizde yaygınlaştırılmalıdır. Tüketiciler köy pazarları sayesinde doğal ürünlere daha kolay ve daha uygun fiyata ulaşabilmektedir. Köy ürünleri pazarları üreticiler için alternatif pazar çeşitliliği oluşturmaktadır. Pazarlama etkinliğinin artırılması, pazarlama kanallarının çeşitlendirilmesi ve tanıtılması üreticiler açısından büyük önem arz etmektedir. Küçük ölçekli işletmeler köy ürünleri pazarı gibi pazarlar sayesinde ürünlerini daha karlı bir şekilde satacak pazarlama fırsatına sahip olmaktadır. Bu tip işletmelerin üretim hacimlerini arttırmak için tarımsal destekler artırılabilir, çeşitli pazarlama yöntemleri sunulabilir.

Köy ürünleri pazarındaki satıcıların üretim miktarları, ürün yelpazesi ve ürünlerin kalitesi işletmelerinin pazara olan konumu ve ürünlerin doğrudan pazarlanması altyapı imkânlarını göz önüne alarak kullanabileceği doğrudan pazarlama stratejilerini belirlemede önemli rol oynamıştır.

Yapılan çalışmada kadınların pazarlamada aktif olarak rol aldığı ortaya koyulmuştur. Pazarlama faaliyetinde kadın üreticilerin daha etkin olarak çalışmasında yeni pazarlama kanallarının tanıtılmasında eğitim ve yayım faaliyetleri düzenlenebilir. Köy ürünleri pazarında yapılan bu çalışma doğrudan pazarlama yöntemi ile satılan ürünlerin pazarlama etkinliklerini ölçerek bu pazarda satılmanın etkin ve avantajlı olduğunu ortaya koymaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Esra ANAKÖK: Anketlerin yapılması, verilerin programa aktarımı, analizlerinin gerçekleştirilmesi ve makalenin yazılması.

Kerem HAZNECİ: Analizlerinin gerçekleştirilmesi, analizlerin değerlendirilmesi, makalenin tasarımı ve makalenin yazılması.

ETİK KURUL

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu, 27/11/2020 tarih, 10. Toplantı sayısı ve 2020/726 sayılı etik kurul kararı.

KAYNAKLAR

Adanacioğlu, H. (2014). *Tarımsal ürünlerde doğrudan pazarlama kavramı ve pazarlama etkinliği açısından dolaylı pazarlama ile karşılaştırılmalı analizi: İzmir ili Urla ilçesi Balıklıova köyü örneği*. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Samsun.

Adanacioğlu, H. (2017). Doğrudan pazarlama stratejisinde kiraz üreticilerinin pazarlama etkinliği. *Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences*, 3, 58-69.

Albayrak, M., Taşdan, K., Güneş, E., Saner, G., Atış, E., Çukur, F. & Pezikoğlu, F. (2010). *Küresel rekabet açısından Türkiye’de tarım ve gıda ürünlerinin pazarlama sistemlerine bakış: Mevcut yapı, sorunlar fırsatlar, hedefler*. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 1305-1320.

Angulo, L. F. (2002). *The effect of marketing efficiency, brand equity and customer satisfaction on firm performance an econometric model and data envelopment approach autonomous*. University of Barcelona, Business Economics Department. Barcelona, Spain.

Anonim (2003). *Zirai ve İktisadi Rapor (2001-2002)*. Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Yayın No:244, Ankara.

Cinemre, H. A. (2011). *Pazarlama*. Ders Kitabı No: 40, 4. Baskı, Samsun.

Emeksiz, F. Albayrak, M., Güneş, E., Özçelik, A., Özer, O. O. & Taşdan, K. (2005). *Türkiye’de tarımsal ürünlerin pazarlama kanalları ve araçlarının değerlendirilmesi*. Türkiye Ziraat Mühendisleri 6. Teknik Kongresi, Cilt (II). 115-1172, Ankara.

Erdoğan, E., Adanacioğlu, H., Örmeci Kart, M. (2016). Elma üretiminde pazarlama etkinliğinin belirlenmesi üzerine bir araştırma: Isparta Senirkent ilçesi örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 19 (2), 152-159

Murthy, D. S., Gajanana, T. M. & Dakshinamoorthy, V. (2007). Marketing losses and their impact on marketing margins: a case study of Banana in Karnataka. *Agricultural Economics Research Review*, 20, 47-60.

Tomek, W. G. & Robinson, K. L. (1991). *Agricultural Product Prices*. 3rd Ed., Cornell University Press, Ithaca.

Top, B. & Albayrak, M. (2012). *Türkiye'de tarım ürünleri pazarlaması ve kırsalda yoksulluğun azaltılmasında tarım satış kooperatifleri birliklerinin rolü*. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Konya, Türkiye.

Young, D. (1995). *Characteristics of direct marketing alternatives. direct farm marketing and tourism handbook*. The University of Arizona, Arizona Cooperative Extension, USA.



Research Article

Seed Damage Test for Roller-Type Device Designed at Different Flute Helical Angles

Emrah Kuş* 

Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Iğdır University, Iğdır, Turkey

Received: 18.05.2021

Accepted: 28.07.2021

Keywords:

Flute diameter, ground speed, seeding rate, planter, dry bean

Abstract. The crop producers who cannot buy a second planter due to its cost, have been seeking to take advantage of the planter with the roller-type metering device in dry bean sowing. While seemingly adequate for dry bean sowing, if the roller structural properties and operating parameters suitable for the seed dimensions are not used, it can cause an increase in the seed damage ratio. In this text, a mission was undertaken to determine the damaged seeds ratio caused by the roller-type metering device under the influence of the flute diameter and helical angle, ground speed, and seeding rate. Seed damage was measured by collecting and weighing seeds from each replication during seed flow. Flute diameter (18, 20, and 22 mm), helical angle (0, 10, and 20°), ground speed (1.0, 1.5, and 2.0 m s⁻¹), and seeding rate (100, 150, and 200 kg ha⁻¹) independent variables and seed damage rate were selected as the dependent variable, to measure seed damage level. According to the results, the ground speed definitely affects the seed damage rate, while the helical angle and flute diameter quite affected. The increase in the seeding rate, ground speed, helical angle, and flute diameter reduced the seed damage rate. The lowest seed damage rate values were obtained at 200 kg ha⁻¹ seed rate, 2 m s⁻¹ ground speed, 22 mm flute diameter, and 20° helical angle.

*Corresponding author

emrah.kus@igdir.edu.tr

Farklı Oluk Helis Açılarında Tasarlanan Makaralı Tip Ekici Düzen için Tohum Hasarının Belirlenmesi

Anahtar kelimeler:

Oluk çapı, ilerleme hızı, ekim normu, ekim makinası, kuru fasulye

Özet. Maliyetinden dolayı ikinci bir ekim makinası satın alamayan üreticiler, kuru fasulye ekiminde oluklu makaralı ekici düzenli ekim makinalarından yararlanmaktadırlar. Oluklu makaralı ekici düzenli ekim makinaları kuru fasulye ekimi için yeterli görünmekle birlikte, tohum boyutlarına uygun makara yapısal özellikleri ve işletme parametreleri kullanılmazsa tohum hasarı oranında artışlara neden olabilir. Bu çalışma, farklı oluk çapı, oluk helis açısı, ilerleme hızı ve ekim normunun etkisi altındaki makaralı tip ekici düzende meydana gelen hasarlı tohum oranını belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Tohum hasarı oranı, her bir tekerrürde makaradan akan tohumların bir kaptan toplanıp tartılmasıyla belirlenmiştir. Zedelenmiş tohumları belirlemek amacıyla bağımsız değişken olarak oluk çapları (18, 20 ve 22 mm), helis açıları (0, 10 ve 20°), ilerleme hızları (1.0, 1.5 ve 2.0 m s⁻¹) ve ekim normları (100, 150 ve 200 kg ha⁻¹) bağımlı değişken olarak tohum hasar oranı seçilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, ilerleme hızı tohum hasar oranını önemli bir şekilde etkilerken, helis açısı ve oluk çapı oldukça etkilediği görülmüştür. Ayrıca, ekim normu, ilerleme hızı, helis açısı ve oluk çapındaki artış tohum hasar oranını düşürmüştür. En düşük tohum hasar oranı değerleri 200 kg ha⁻¹ ekim normunda, 2 m s⁻¹ ilerleme hızında, 22 mm oluk çapında ve 20° helisel açıda elde edilmiştir.

INTRODUCTION

Roller-type metering systems seeds out of the hopper and unloads them to the seed tube in accordance with the determined seeding rate. The roller-type-metering systems, which are widely used in cereal seeding, can also be used in the seeding of coarse-grained seeds such as dry beans, soybeans, and chickpeas, provided that structural parameters suitable for their physical properties are determined.

Roller-type metering devices have been in use for over 300 years and are the most widely metering devices used in today's mechanical cereal seeders (Brown, 2003; Maleki *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2016; Yang *et al.*, 2018). Flute diameter, flute shape, and helical angle of the flute are considered the most important factors affecting the seed dropping process from the flute in this metering devices (Ryu and Kim, 1998; Kuş and Yıldırım, 2009; Yıldırım and Kuş, 2014). The size, weight, and shape of the seeds to be planted may also affect it (Ryu and Kim, 1998; Yıldırım and Kuş, 2016). The overall goal of previous studies performed about roller metering devices was seed flow rate uniformity, due to its design, simplicity, ease to manufacture, lightweight, easy flow rate adjustment, and suitable for high-speed sowing (Ryu and Kim, 1998; Brown, 2003; Ess *et al.*, 2005; Jin *et al.*, 2018; Kuş *et al.*, 2018).

For decades, a great deal of research has been conducted in the performance evaluation of roller-type metering devices. Today, modern evaluation methods are also used in determining the performance of roller-type metering devices. Öztürk *et al.* (2012) optimized the effect of flute shape, active flute length, and flute rotation speed on flow uniformity using the Taguchi method. Huang *et al.* (2018) used the discrete element method (DEM) to determine the effect of roller length, flap angle, and roller rotational speed on flow uniformity in the roller-type metering device. On the other hand, Yu *et al.* (2019) evaluated the performance of the seed and fertilizer application rate measuring system they developed using a roller-type metering device on a grain drill.

When the studies conducted so far are examined, the roller-type metering devices are in three types in terms of their structural design: fixed type (Lv *et al.*, 2013; Huang *et al.*, 2018), flapped type, and brushed type (Ryu and Kim, 1998; Zeng *et al.*, 2020). Zeng *et al.* (2020), stated that the common point of these roller types is the fluted roller itself (forced layer) where the flow is relatively stable and the space between the roller and the wall of the metering device (driving layer). However, Önal (2011), stated that there are three layers in roller-type metering devices. The first of these is the layer through which the seeds are transported by the flutes, the second the active layer formed with the rotational movement of the roller, and the third also the passive layer under the active layer that the seeds are transmitted by internal friction (Figure. 1).

Zeng *et al.* (2020) reported that the friction between the seed grains in the driving layer and between the seed grains and the roller was affected by the rotational speed of the roller, structural factors, and material properties. Nukeshev *et al.* (2016) proposed a new design of roller pin, where the pins are in the form of a truncated pyramid to prevent passive layer (third layer); they reported this configuration allowed the metering devices to operate properly in humid product conditions as well as slow roller speed. Also, Sugirbay *et al.* (2020) showed that the discharge uniformity of the pin and the discharge amount increase by optimizing the design parameters of the new pin-roller for variable-rate and variable-speed applications.

In the row seeding process, the seeds should be transferred to rows with minimal damage by roller-type metering systems. As the germination power and percentage emergence rate of seeds damaged by the metering device during sowing will be weakened, the yield may be affected as a result. Especially different shaped or shapeless seeds may suffer high damage when being transferred with the roller-type metering device. Since these devices are used not only for small-grained seeds but also for planting medium and coarse-grained seeds, detection of grain damage rate that may occur during seed flow will make these devices more reliable.

Most of the studies performed about roller-type metering devices were concerned with seed flow uniformity. Studies determining the effect of the metering device on seed damage were in the minority. These studies were limited to the comparison of different planters or seed metering devices. Therefore it seems important to detect seed damage during the seeding of seeds of different shapes and sizes with roller-type metering devices. In this context, this study aimed to determine the seed damage rate of fluted rollers designed at different flute diameters and flute helical angles for different roller rotational speeds and seeding rates.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out at the Workshop of Agricultural Machinery, Atatürk University, Turkey. Dry bean seeds cleaned from foreign materials other than seeds were used in tests. Thousand-grain weight, angle of repose, sphericity, bulk density, and moisture content values of dry bean seeds were 312 g, 20°, 65%, 773 kg m⁻³

and 10%, respectively. In addition, seed sizes (length, width, and thickness) ranged from 9-14 mm, 6-9 mm, and 3-6 mm, respectively.

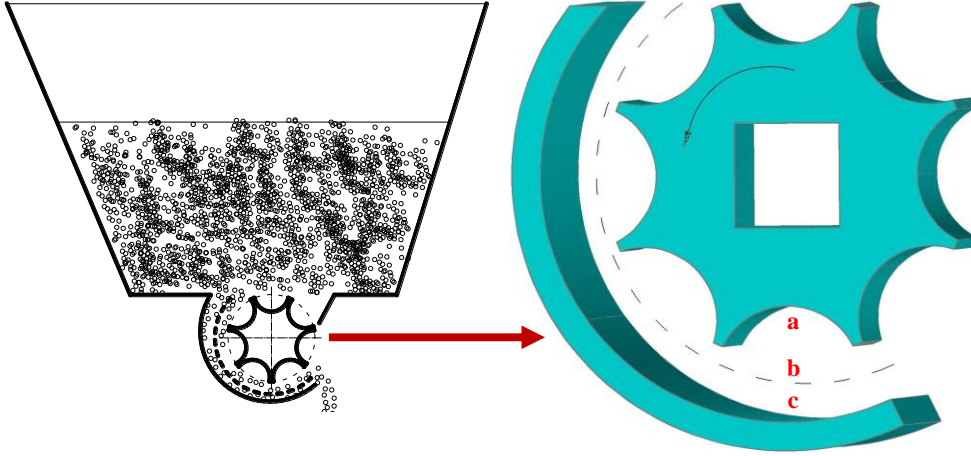


Figure 1. Fluted roller-type seed metering device; transporting by flutes (a), active layer (b), and passive layer (c).

Şekil 1. Oluklu makaralı tohum dağıtım düzeni; oluklarla iletim (a), aktif tabaka (b), pasif tabaka (c).

The tests were conducted using an experimental setup used by Yıldırım and Kuş (2013) (Figure 2). The roller-type metering device tested in this setup was mounted under a stationary seed planter test stand. A speed motor and control unit was used to drive the fluted roller device and control the rotational speed. The active roll length for determining the flow rate of the roller was manually adjusted by a screw mechanism. The distance between the tip of the flap belonging to the seed housing and the fluted roller was 13.5 mm, depending on the seed dimensions.

The experimental planning was designed for three replications according to the full factorial arrangement. For the tests performed a total of 243 experiments with four different parameters (with three levels of each). The parameters selected to be optimized were the flute diameter, flute helical angle, seeding rate, and ground speed (or roller rotational speed). Considering the standard dimensions of the roller-type metering devices used in the cereal seeding planters, nine fluted rollers made of Delrin material with flute diameters of 18, 20, and 22 mm and helical angles of 0, 10, and 20° were manufactured. The flute numbers and flute depths of rollers manufactured with flute diameters of 18, 20, and 22 mm were obtained as 9, 8, and 7 and 9, 10, and 11 mm, respectively, depending on the characteristics of the roller.

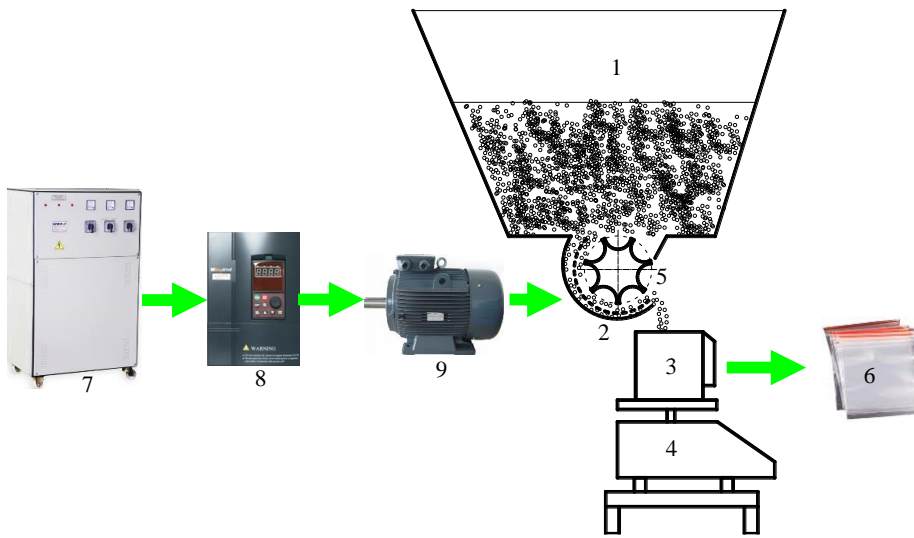


Figure 2. The instruments and equipment used in the experimental test rig: hopper (1), metering device (2), cup (3), electronic scale (4), fluted roller (5), and bug (6), regulator (7), speed control unit (8), and speed motor (9).

Şekil 2. Deneme düzeneğindeki ekipmanlar: depo (1), tohum dağıtım düzeni (2), kap (3), hassas terazi (4), oluklu makara (5) örnek poşetleri (6), regülatör (7), hız kontrol ünitesi (8), elektrik motor (9).

The feed shaft speeds of 8, 13, and 18 min⁻¹ were used for the ground speeds of 1.0, 1.5, and 2.0 m s⁻¹, respectively, by selecting a 0.32 transmission value in the study. The predicted feed shaft speeds were selected considering the speed range (9-17 min⁻¹) recommended by Önal (2011) for planting coarse-grained seeds such as beans, chickpeas, and corn without breaking. The dry bean mostly is sown in inter-row spacings of 40-60 cm and the seed rates of 60-180 kg ha⁻¹ based on the big of seeds. The seed rates of 100, 150, and 200 kg ha⁻¹ for dry beans were used in the tests. The seeding rates were provided by changing the active lengths of the fluted roller. The inter-row spacing of dry beans was selected at 45 cm according to the values used in practice.

Before starting the tests, the hopper was filled with the dry bean seeds. A cup was placed just under the fluted roller metering device to determine the damage rates formed during the flow of dry beans in tests. As the fluted-roller metering device rotated, dry bean seeds were gathered down into a container for each replicate. Then, these samples were transferred to numbered bags and weighed with a precision balance. Weighing values consist of seeds flowing in 30-35 seconds from the fluted roller. By taking out the damaged seeds in the weighing values, the rate of seed damage per replication was calculated by using Equation 1 (Anantachar *et al.*, 2010).

$$SD = \left(\frac{W_d}{W_t}\right) \times 100 \tag{1}$$

SD : Seed damage rate, %

W_d: Weight of damaged seeds per repetition, g

W_t: Seed weight per repetition, g

Analysis of variance (ANOVA) and Duncan multiple range tests were applied to the data obtained from the test rig to evaluate the rate of the damaged seeds in dry beans. With these tests, the effect of the roller-type device on the damage rate of dry bean seeds was determined depending on the parameter levels.

RESULTS AND DISCUSSION

The performance of the roller designed at different flute diameters and helical angles was evaluated for prescribed ground speeds and seeding rates experimentally (Table 1).

Table 1. The results of variance analysis and Duncan’s Multiple Range Test (DMRT).

Çizelge 1. Varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.

Variance sources	Seeding rate (kg ha ⁻¹)								
	100			150			200		
	df	MS	P	df	MS	P	df	MS	P
Ground speed (GS)	2	2.051	0.000	2	1.427	0.000	2	0.855	0.000
Flute diameter (FD)	2	0.515	0.000	2	3.238	0.000	2	0.147	0.006
Helical angle (HA)	2	0.330	0.000	2	5.320	0.000	2	0.404	0.000
GS x FD	4	0.065	0.149	4	0.047	0.614	4	0.063	0.057
GS x HA	4	0.106	0.032	4	0.057	0.527	4	0.006	0.929
FD x HA	4	0.522	0.000	4	1.578	0.000	4	0.481	0.000
GS x FD x HA	8	0.080	0.045	8	0.026	0.933	8	0.030	0.338
Error	54	0.037		54	0.070		54	0.026	
Total	80			80			80		

DMRT										
Seeding rate*		Ground speed (m s ⁻¹)			Flute diameter (mm)			Helical angle (°)		
		1.0	1.5	2.0	18	20	22	0	10	20
100	kg ha ⁻¹	1.66a	1.30b	1.12c	1.37b	1.49a	1.22c	1.31b	1.49a	1.28b
150	kg ha ⁻¹	1.71a	1.45b	1.25c	1.87a	1.33b	1.23b	1.96a	1.38b	1.08c
200	kg ha ⁻¹	1.40a	1.15b	1.06c	1.16b	1.29a	1.16b	1.26a	1.28a	1.06b

*: Means followed by the same letter in each group are not significantly different at the 0.95 level.

Analysis of the seed damage data indicated the main effect of the fluted roller metering system was significantly different ($P < 0.01$) at flute diameter, flute helical angle, ground speed, and seeding rate. The additional analysis did not indicate any statistically ($P > 0.05$) significance interactions of the speed-diameter, speed-angle (except 100 kg ha^{-1}), and speed-diameter-angle, but was highly significant different ($P < 0.001$) at diameter-angle interactions.

According to DMRT, the ground speed was shown to produce an absolute numerical decrease in mean seed damage of roller-type metering device for each seeding rate (Table 1). However, the increase in the flute diameter and helical angle did not indicate a steady state of increasing or decreasing the seed damage rate. Even so, as a general statement, the rate of damaged seed tended to decrease as the flute diameter and helical angle increased.

It was obtained from 22 mm flute diameter the lowest values of seed damage rate. As the flute diameter increases, the number of flutes decreases due to the construction feature of the roller-type metering devices. Önal (2011) states that in the rollers with fewer flutes, the active zone becomes thinner and therefore the seeds are less damaged. It was also noted from the results that the seed damage rate of the fluted roller-type metering device is influenced significantly by flute diameter-helical angle interaction. Accordingly, the reduction in seed damage rate is thought to be a result not only of the increase in flute diameter but also of the diameter-angle interaction.

In general, it performed a decrease in seed damage rate with flute helical angle. Depending on the helical angle, the lowest seed damage was obtained at 20° and this value decreased further with the increase in the seeding rate. This is showed that the conveying of seeds occurred by the flutes rather than by the active or passive zones. It shows that the seed damage rate decrease due to lower internal friction in flutes where the seed movement occurs. The helical angle in fluted rollers transfers seeds better than straight flutes. It is assumed that seeds transferred in this way suffer less damage.

It is clear from the data that the roller-type metering device carried out less seed damage at higher ground speed. The generally best performance of the fluted roller metering system was obtained from the ground speed of 2.0 m s^{-1} . Although the higher ground speed (i.e. roller rotation speed) brings about less damage to dry bean seed, however, due to the limited amount of seed to be sown in the field, higher speed could not be used. On the other hand, considering the literature on fluted roller planters, it is seen that the higher ground speed also causes an improvement in the seed flow of the fluted roller type metering device (Yıldırım and Kuş, 2014; 2016). This indicates that as long as the seed distribution uniformity in the field can be achieved, higher ground speeds can be used.

The values of seed damage rate, which are higher at the same ground speed and less seeding rate, increased the flute fill rate with the increase of the seeding rate and accordingly generally decreased the seed damage rate values. However, the decrease was not permanent, but unstable. In addition, the rate of decrease in the seed damage values that occurred at 100, 150, and 200 kg ha^{-1} seeding rates with the increase of the ground speed were 32%, 27%, and 24%, respectively. When working at lower roller rotation speeds at a lower seeding rate where a smaller effective roller length is used, the flutes are not sufficiently filled by seeds, resulting in a pulsed flow. For this reason, it is thought that the decrease in seed damage rates with the increase of the ground speed is not due to the better filling of the flutes, but by the faster rotating roller providing a more stable flow.

Figures 3, 4, and 5 show the effects of helical angle and ground speed on the damage rate of the dry bean seeds for each flute diameter depending on the seeding rate. The data point given for each flute depth in the figures is the average of three repeats. In general, seed damage decreased at 150 and 200 kg ha^{-1} seeding rates with the increase of ground speed and helical angle. However, at a 100 kg ha^{-1} seeding rate, these results were quite irregular. The reason for this may be speed-angle and speed-diameter-angle interactions, which are statistically significant in the 100 kg ha^{-1} seeding rate. In addition, as the seeding rate decreases in fluted roller metering devices, the active length of the roller decreases, so the flute volume to which the seed is transferred decreases. This may be one reason for the increase in seed damage. The more consistent reduction in seed damage rate was achieved at 150 kg ha^{-1} seeding rate for ground speed, flute diameter, and helical angle, while the lowest seed damage rates were obtained at 200 kg ha^{-1} seeding rate. The values of seed damage rates given in Figures 3, 4, and 5 vary between 0.5-3.5%. These results show that the limit value of the seed damage ratio recommended by Önal (2011) is below in the planting of coarse-grained seeds with fluted roller-type metering devices.

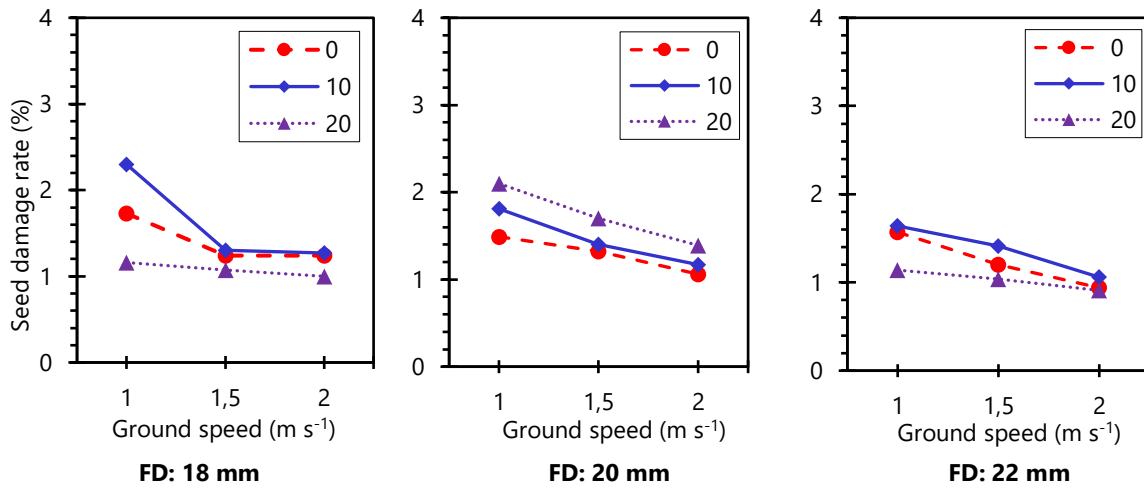


Figure 3. The line graphs show seed damage values for a seeding rate of 100 kg ha⁻¹.
 Şekil 3. 100 kg ha⁻¹ ekim normu için tohum zedelenme oranı değerleri.

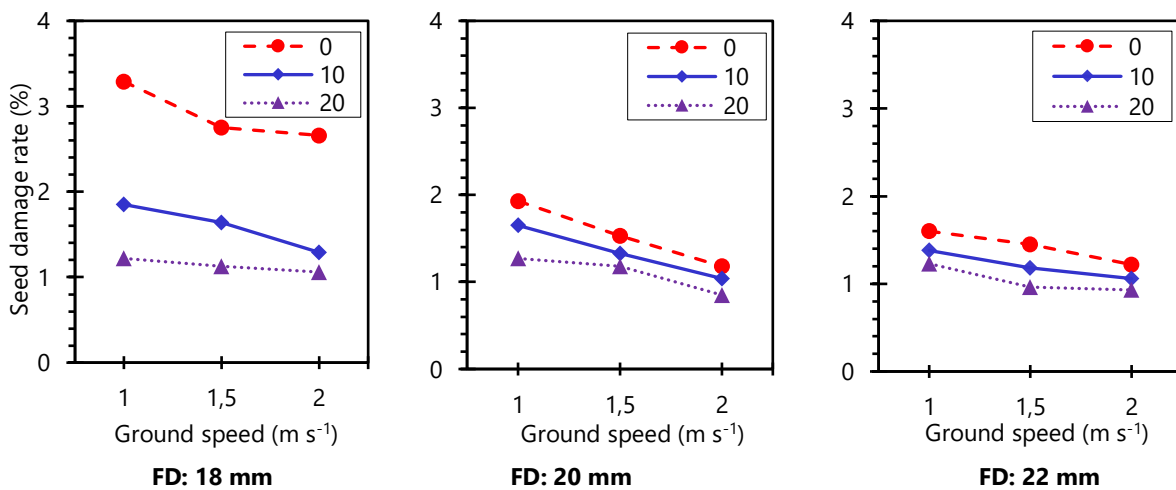


Figure 4. The line graphs show seed damage values for a seeding rate of 150 kg ha⁻¹.
 Şekil 4. 150 kg ha⁻¹ ekim normu için tohum zedelenme oranı değerleri.

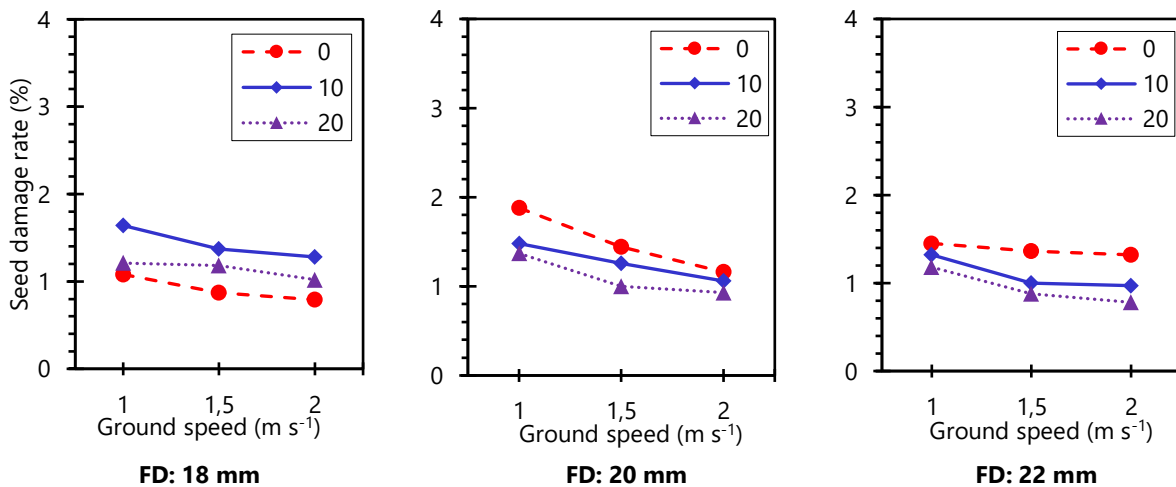


Figure 5. The line graphs show seed damage values for a seeding rate of 200 kg ha⁻¹.
 Şekil 5. 200 kg ha⁻¹ ekim normu için tohum zedelenme oranı değerleri.

CONCLUSION

A seed metering system designed with more suitable structural features for big-coarse seeds could instill confidence in a producer and encourage its use. The present study, intended to evaluate the structural and

operational properties of a roller-type metering system for the detection of seed damage in dry beans with seeds bigger than cereals. Some of the results to be highlighted of study are as shown:

1. It was determined that the lower ground speed caused higher seed damage. It was shown that the ground speed definitely affects the seed damage rate, while the helical angle and flute diameter quite affected.
2. The seed damage tended to decrease with increasing flute diameter and flute helical angle.
3. Increasing the diameter (and so its depth) of flutes decreased the seed damage rate. Concerning the seed used in the experiments, the maximum value for flute diameter was 22 mm (and hence flute depth 11 mm) and resulted in a lower seed damage rate.
4. Results showed that ground speed has a higher impact on the seed damage for rollers with more flutes, compared to the roller with fewer flutes.

As a result, it is recommended to use a 200 kg ha⁻¹ seeding rate, 2.0 m s⁻¹ ground speed, 20° helical angle, and 22 mm flute diameter where the lowest seed damage is achieved when seeding dry beans with a fluted roller-type metering device.

REFERENCES

- Anantachar, M., Kumar, P. G. V., & Guruswamy, T. (2010). Neural network prediction of performance parameters of an inclined plate seed metering device and its reverse mapping for the determination of optimum design and operational parameters. *Computers and Electronics in Agriculture*, 72, 87–98.
- Brown, E. (2003). *Sowing seeds for the agricultural revolution: jethro tull (1674-1741)*. Implement & Tractor September/October: 13.
- Ess, D. R., Hawkins, S. E., Young, J. C., & Christmas, E. P. (2005). Evaluation of the performance of a belt metering system for soybeans planted with a grain drill. *Applied Engineering in Agriculture*, 21(6), 965–969.
- Huang, Y., Wang, B., Yao, Y., Ding, S., Zhang, J., & Zhu, R. (2018). Parameter optimization of fluted-roller meter using discrete element method. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(6), 65–72.
- Jin, M. F., Ding, Y. Q., Yu, H. F., Liu, H. T., Jiang, Y. Z., & Fu, X. Q. (2018). Optimal structure design and performance tests of seed metering device with fluted rollers for precision wheat seeding machine. *International Federation of Automatic Control Papersonline*, 51, 509–514.
- Kuş, E., & Yıldırım, Y. (2009). *Tahıl ekim makinalarında kullanılan oluklu makaralı ekici düzenlerde oluk şekli ve derinliğinin değişik işletme koşullarında tohum akışına etkilerinin belirlenmesi*. Tarımsal Mekanizasyon 25. Ulusal Kongresi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Isparta.
- Kuş, E., Yıldırım, Y., Altıkat, S., & Küçükerdem, H. K. (2018). The Effect of seed drill vibration on the seed spacing uniformity in row in lentil planting. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 28(4), 419–425.
- Li, L., Qian, L., & Yan-yan, C. (2016). Half-precision self-walking variable fertilization seeder design. *International Journal of Hybrid Information Technology*, 9, 177–188.
- Lv, H., Yu, J. Q., & Fu, H. (2013). Simulation of the operation of a fertilizer spreader based on an outer groove wheel using a discrete element method. *Mathematical and Computer Modelling*, 58(3-4), 842–851.
- Maleki, M. R., Jafari, J. F., Raufat, M. H., Mouazen, A. M., & Baerdemaeker, J. De. (2006). Evaluation of seed distribution uniformity of a multi-flight auger as a grain drill metering device. *Biosystems Engineering*, 94(4), 535–543.
- Nukeshev, S., Eskhozhin, D., Lichman, G., Karaivanov, D., Zolotukhin, E., & Syzdykov, D. (2016). Theoretical substantiation of the design of a seeding device for differentiated intra soil application of mineral fertilizers. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 64, 115–122.
- Önal, İ. (2011). *Planting Maintenance and Fertilization Machines*. Ege University Faculty of Agriculture Publications, 623, İzmir.
- Öztürk, İ., Yıldırım, Y., Hınıslioğlu, S., Demir, B., & Kuş, E. (2012). Optimization of seed flow evenness of fluted rolls used in seed drills by taguchi method. *Scientific Research and Essays*, 7(1), 78–85.
- Ryu, I. H., & Kim, K. U. (1998). Design of roller type metering device for precision planting. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 41(4), 923–930.
- Sugirbay, A. M., Zhao, J., Nukeshev, S. O., & Chen, J. (2020). Determination of pin-roller parameters and evaluation of the uniformity of granular fertilizer application metering devices in precision farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 179, 105835.
- Yang, S., Wang, X., Dou, H., Gao, Y., & Zhao, C. (2018). Design and test on variable rate fertilization system supporting seeding and fertilizing monitoring. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 49, 145–153.

- Yıldırım, Y., & Kuş, E. (2013). *Soya tohumu için oluklu ekici makaranın akış düzgünlüğü*. Tarımsal Mekanizasyon 28. Ulusal Kongresi, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Konya.
- Yıldırım, Y., & Kuş, E. (2014). *Flow accuracy of fluted feed roller used in seed drill for dry bean seed*. 12th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, Cappadocia, Turkey.
- Yıldırım, Y., & Kuş, E. (2016). Ekici makaralarda farklı oluk çap ve derinliklerinin soya tohumununun akış düzgünlüğüne etkileri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(2), 127-132.
- Yu, H., Ding, Y., Fu, X., Liu, H., Jin, M., Yang, C., Liu, Z., Sun, G., & Dou, X. (2019). A solid fertilizer and seed application rate measuring system for a seed-fertilizer drill machine. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 836–844.
- Zeng, S., Tan, Y., Wang, Y., Luo, X., Yao, L., Huang, D., & Mo, Z. (2020). Structural design and parameter determination for fluted-roller fertilizer applicator. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 13, 101–110.



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (International Journal of Agriculture and Wildlife Science)

<http://dergipark.org.tr/ijaws>



Araştırma Makalesi

Tarımsal Uygulamalarda ANSYS Kullanımı: Tarım Arabası Aksı Modellenmesi ve Analizi Örneği

Ismail Terzi * , Mehmet Metin Özgüven , Ziya Altaş 

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat

Geliş tarihi (Received): 06.05.2021

Kabul tarihi (Accepted): 21.09.2021

Anahtar kelimeler:

ANSYS, tarım, tarım arabası, aks, mukavemet

Özet. ANSYS, araştırma ve geliştirme uygulamalarında analizlerin ve simülasyonların yapılabildiği bilgisayar destekli mühendislik programıdır. Mekanik, yapısal analiz, hesaplamalı akışkanlar dinamiği ve ısı transferi gibi farklı hesaplamalı uygulamalarda ANSYS programı kullanılmaktadır. Bu çalışmada, ANSYS paket yazılım programı genel hatlarıyla açıklanmaya çalışılmış, ANSYS'in tarımdaki uygulamalarına yönelik bazı çalışmalara yer verilmiş ve tarım arabası aksının modellenmesi ve analizi yapılmıştır. Tarım arabalarında dikdörtgen kesitli ve dairesel kesitli akslar kullanılmaktadır. Bu nedenle çalışmada hem dikdörtgen kesitli hem de dairesel kesitli aks üzerinde statik bir analiz yapılmış ve her iki aksta elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bulgularda her iki aksa ait eşdeğer gerilim, eşdeğer elastik gerilim, toplam deformasyon ve güvenlik faktörü analizleri elde edilmiştir. SolidWorks programı kullanılarak aksların katı modellenmesi 3 boyutlu olacak şekilde oluşturulduktan sonra ANSYS Workbench kullanılarak modelleme sonrası aksların çalışma şartları gerçeğe uygun olacak şekilde simüle edilmiş ve akslar üzerinde oluşan gerilme dağılımları incelenerek gerilmelere ait gerekli analizler yapılmıştır. Sonuç olarak ise, maksimum eşdeğer gerilim, dairesel kesitli aksta 15.892 MPa, dikdörtgen kesitli aksta ise 12.026 MPa'dır. Maksimum eşdeğer elastik gerilim, dairesel kesitli aksta $7.9463e-5 \text{ mm mm}^{-1}$, dikdörtgen kesitli aksta ise $6.8408e-5 \text{ mm mm}^{-1}$ 'dir. Toplam deformasyon dairesel kesitli aksta 0.077806 mm, dikdörtgen kesitli aksta ise 0.053021 mm'dir. Güvenlik faktörü ise her iki aksta da eşit olarak bulunmuştur.

*Sorumlu yazar

iso_di_@hotmail.com

Use of ANSYS in Agricultural Applications: Trailer Axle Modeling and Analysis Example

Keywords:

ANSYS, agriculture, trailer, axle, strength

Abstract. ANSYS is a computer-aided engineering program in which analysis and simulations can be performed in research and development applications. ANSYS program is used in different computational applications such as mechanics, structural analysis, computational fluid dynamics and heat transfer. In this study, the ANSYS software program was tried to be explained in general terms, some studies on the applications of ANSYS in agriculture were included, and the modeling and analysis of the tractor trailer axle was made. Rectangular and circular cross-section axles are used in tractor trailers. For this reason, in study, a static analysis was made on both the rectangular and circular cross-section axes and the results obtained from both axes were compared. In the findings, equivalent stress, equivalent elastic stress, total deformation and factor of safety analysis results were obtained for both axes. After the solid modeling of the axles was created in 3 dimensions using the SolidWorks program, the working conditions of the axles after modeling were simulated in accordance with the reality by using the ANSYS Workbench, and the necessary analyzes of the stresses were made by examining the stress distributions on the axles. As a result, the maximum equivalent stress 15.892 MPa on the circular cross-section axis and 12.026 MPa on the rectangular cross-section axis. The maximum equivalent elastic stress is $7.9463e-5 \text{ mm mm}^{-1}$ in circular cross-section axle and $6.8408e-5 \text{ mm mm}^{-1}$ in rectangular cross-section axle. Total deformation is 0.077806 mm at the circular cross-section axis and 0.053021 mm at the rectangular cross-section axis. The safety factor was found to be equal in both axes.

GİRİŞ

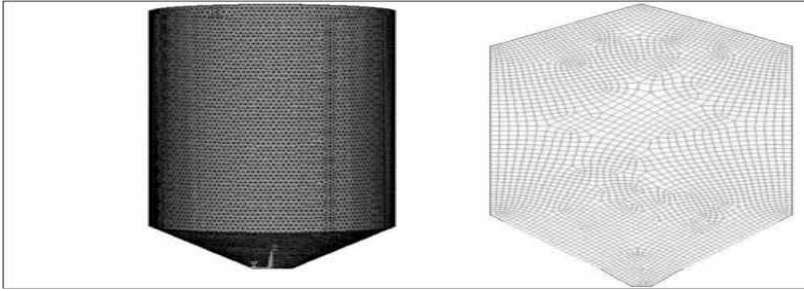
ANSYS, fiziğin bütün disiplinlerinin birbirleriyle olan etkileşimini simüle etmek amacıyla; mukavemet, titreşim, akışkanlar mekaniği, ısı transferi ve elektromanyetik alanlarında uygulaması yapılabilen ve endüstride geniş kullanım alanı olan bilgisayar destekli mühendislik programıdır (Souza ve ark., 2018).

ANSYS sonlu eleman programı, ürünlerin daha prototipleri üretilmeden sanal ortamda test edilmelerini sağlamaktadır. Prototip üretiminin, simülasyon yöntemine göre daha maliyetli ve fazla zaman gerektirmesinden dolayı çalışmalarda bilgisayar destekli mühendislik yöntemi tercih edilmektedir. ANSYS yazılımı hem dışardan CAD (Computer Aided Design) datalarını alabilirken hem de içindeki işlem olanakları ile geometri oluşturulmasına imkan verebilmektedir. Dolayısıyla ürünün kaliteli ve en az maliyetli olabilmesi için gerekli dizayn koşulları ANSYS sayesinde bulunabilmektedir (Kibar ve Öztürk, 2012).

ANSYS'de bir analiz genel olarak 3 aşamadan oluşmaktadır.

Preprocessor (1.aşama)

Modelin oluşturulması veya hazır modelin ANSYS'e aktarılması ile başlayarak modele malzeme ataması (elastisite modülü, birim ağırlık, poisson oranı vb.) yapılır. Daha sonra Şekil 1'de gösterildiği gibi model, sonlu elemanlara bölünerek ağ örgüsü (mesh) yapılır. Buradaki önemli unsur analiz biçimine ve geometriye göre doğru eleman şeklinin tespit edilmesidir. Bir elemanı belirleyen özellikler; elemanın serbestlik derecesi, elemanın şekli, elemanın boyutu ve varsayılan deformasyon biçimidir.



Şekil 1. Tarımsal silolara ilişkin ağ örgü (mesh) şekilleri (Kibar, 2011).

Figure 1. Mesh shapes for agricultural silos.

Solution (2.aşama)

ANSYS'te yapılması istenen analizin tipi seçilir. Burada ANSYS cisimlerin statik, dinamik, termal, harmonik, elektromanyetik gibi birçok alanda analiz ve dizayn optimizasyonu işlemlerini yapabilmektedir.

Postprocessor (3.aşama)

Sonuçların okunduğu ve yorumlandığı aşamadır. Sonuç gözlemleri burada birçok şekilde yapılabilmektedir. Sonuçlar çizelge şeklinde, istenilen özelliklerin gerilme dağılımını gösteren çizimler şeklinde veya deforme olmuş cisimler şeklinde gösterilebilmektedir. Bunun yanında modelin yük altındaki davranışı animasyon yardımı ile de gösterilebilmektedir.

ANSYS programında, tasarımı yapılacak olan ürünün yapısal ve işlevsel elemanlarının çalışma koşullarının incelenmesinde modelleme ve simülasyon teknikleri kullanılmaktadır. Bir sistemin somut halinin bilgisayar ortamında bir örneğinin yapılarak benzetme yoluyla gösterimine modelleme denir. Simülasyon (benzetim) ise; sistemin modelini tasarlama aşaması ve sistemin işlevini anlamayı veya farklı stratejiler geliştirmeyi sağlayan, model üzerinde denemeler yapan, zamana bağlı olarak bu sistemin modelini tarif eden matematiksel bir yöntemdir.

ANSYS programında kullanılan modelleme ve simülasyon, hemen hemen her türlü sisteme uygulanabilmekte ve uygulandığı sistemin sorunlarının çözümünü kolaylaştırmaktadır. Tarımda bu tekniklerin uygulama alanları toprak işlemeden ürün hasadına kadar birçok uygulamada, sistem performansının artırılmasına, üretim yöntemlerinin geliştirilmesine, sisteme ait problemlerin daha rahat görülmesine ve çözüm yollarının bulunmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, belirlenen şartlar altında yapılan üretimlerin karşılaştırılmasında, elde edilecek üretimin tahmininde bulunulmasında, üretim yapılırken hangi faktörlerin etkili olup olmadığının belirlenmesinde ve sisteme olumsuz etkisi olan darboğazların gözlemlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Terzi ve ark., 2019).

Birçok sonlu eleman içerisinde ANSYS en eski ve en ileri kullanılan yazılımlardan birisidir. Havacılık, otomotiv, elektronik, enerji; yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgar enerjisi (Blaabjerg ve ark., 2017; Boldea ve ark., 2017), büyük rüzgar türbinleri ve rüzgar santralleri için güç elektroniğinin ve kontrollerinin nasıl sağlandığı (Ma ve

ark., 2017), güneş enerjisi (Kim ve ark., 2017) turbo makineler, inşaat ve sağlık gibi birçok endüstri kolunda çok geniş kullanım alanı olan ANSYS, tarımda; sera koşullarının modellenmesinde (Atış, 2011; Franco ve ark., 2011), silolarda statik koşulların belirlenmesinde, silo tasarımında (Gallego ve ark., 2010; Kibar ve Öztürk, 2012), hayvan barınaklarında ve kümeslerde tasarım ve ısı transferi modelinin yapılmasında, doğal ve mekanik havalandırma sistemlerinde (Franco ve ark., 2011), depolanmış ürün teknolojisinde, depo ürünlerinin depoya uyguladığı basıncın belirlenmesinde, depo içi iklimlendirme şartlarının tespitinde, meyvelerin işlenmesi ve taşınmasında olası zararları önceden tahmin edebilmek amacıyla simülasyonların yapımında (Thorpe, 2008; Delele ve ark., 2012; Akdemir, 2016), tarımsal sulamanın modellenmesi ve su kanallarının tasarımında, tarım ürünlerinin özelliklerinin (sertlik, uzunluk, çap vs.) tahribatsız bir şekilde belirlenmesinde, tarım alet ve makinelerinin tasarım ve hesaplama işlemlerinin yapılmasında (Mollazade ve ark., 2010; Topakci ve ark., 2010; Yu ve ark., 2017; Selvi and Kabas, 2018; Şahin ve ark., 2018; Meng ve ark., 2019; Celik ve ark., 2020) vb. gibi birçok farklı uygulamada ANSYS kullanılmaktadır.

ANSYS programında, traktör ön aksının modellenmesi ve tasarımı yapılarak, optimize edilmiş modeldeki sapma ve gerilimin mevcut modeldeki sapma ve gerilme ile karşılaştırılması yapılabilmektedir (Saravanan ve ark., 2017). Farklı toprak koşullarında kullanılacak en uygun toprak işleme alet ve makinesinin belirlenmesi (Çelik ve ark., 2007), en kötü yükleme şartları altında toprak işleme ekipmanlarının detaylı bir yapısal analizi, dinamik analizi, şekilsel analizi, harmonik analizi ve geçici analizi sonlu elemanlar paket yazılımı olan ANSYS Workbench kullanılarak incelenebilmektedir (Reddy ve ark., 2017). Rijid dinamik simülasyon modellemesi ile tarım arabasının piston bağlantı noktalarının yük altındaki yorulma analizleri (Aldağ, 2015), yük arabası aksının CAD modelini ANSYS'te hazırlayarak sonlu eleman analizi yapılarak, yük arabasında toplam deformasyon, basınç ve gerilme dağılımı (Sharma and Kumar 2016) ile tarım arabası şasisinin statik ve titreşim analizi optimizasyonu gerçekleştirilip, modeller üzerinde toplam deformasyon ve maksimum gerilme hesaplamaları yapılabilmektedir (Azade 2018). Kurutma sistemlerinde, ANSYS programı kullanılarak tasarlanan kurutma odası modellerinin ve geleneksel kurutma odası modellerinin sıcaklık dağılımlarını ve akım çizgilerini ortaya çıkarma işlemleri (Akman ve ark., 2018), silo sistemlerinde, çeşitli deneylerle normal basınç ve dairesel basınçların karşılaştırılması yapılabilmektedir (Gallego ve ark., 2015). Hasat makinelerinde, hasat esnasında hasat makinesi kolu ile hasat edilen ürünün birbirlerine olan etkisinin sonlu elemanlar analizine dayalı olarak değerlendirilebilmektedir (Souza ve ark., 2018). Budama işlemlerinde, dairesel testere kesme bıçağının ve budanacak ağaç dalının eş değer gerilim dağılımının ve bu çalışma koşulu altında testere bıçağı üzerindeki etkili gerilim dağılımlarının dinamik değişikliklerinin diyagramı gösterilerek gerilmelerin çalışma koşullarına uygun olup olmadığı ANSYS programında ortaya çıkarılabilmektedir (Meng ve ark., 2019).

Bu çalışmada tarım arabası aksının ANSYS sonlu elemanlar yazılım programı kullanılarak, stres ve deformasyon analizleri yapılmıştır. Çalışmada hem dikdörtgen kesitli aks hem de dairesel kesitli aks kullanılarak, elde edilen analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Tarım arabası; ek maliyeti ve araç masraflarını ortadan kaldırması, bakım masraflarının az olması, uzun yıllar kullanılabilmesi, çok amaçlı olması, yükleme ve boşaltma işleminin kolay olması gibi birçok özelliğinden dolayı tarımsal alan taşımacılığında hem üreticilerin hem de firmaların çok tercih ettiği bir araçtır.

SolidWorks programında modellemeleri çizilen, Şekil 2'de gösterilen ve tarım arabalarında kullanılan dikdörtgen kesitli ve dairesel kesitli akslar seçilmiş, analizlerin yapılması için boyutları Çizelge 1' de verilen bir tarım arabası kullanılmıştır.

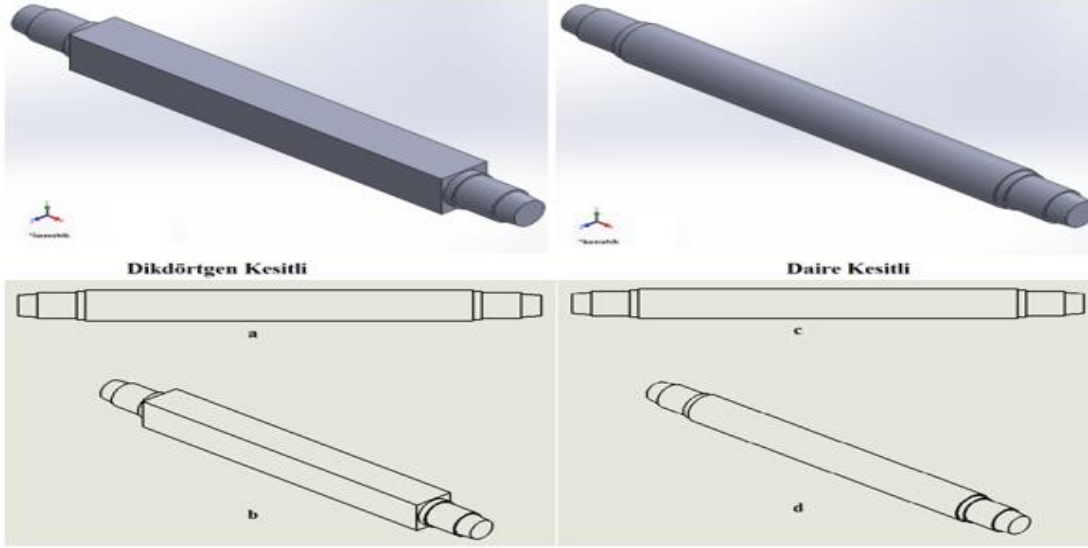
Çizelge 1. Modellemesi yapılan 10 ton yükleme kapasiteli ve 4 tekerlekli tarım arabası özellikleri.
Table 1. Modeled 10 ton loading capacity and 4 wheel trailer features.

Sıra No.	Tarım arabası özellikleri		
1	Uzunluğu		4880
2	Genişliği	mm	2290
3	Yüksekliği		1780
4	Aksın çapı-uzunluğu		120-2060
5	Taşıma kapasitesi		70
6	Yüksüz ağırlık	KN	30
7	Brüt yük ağırlığı		100

Aksı etkileyen yükler ve bu yüklerin yerleri model içerisinde gösterilmiştir. Aksların SolidWorks programı kullanılarak boyutlara göre modellenmesi yapılmıştır. Daha sonra akslar ANSYS programına aktarılarak burada analiz (meshleme (ağ) işlemi, yükleme diyagramı, Von- mises gerilimi analizi, eş değer elastik gerilim analizi, toplam deformasyon ve güvenlik faktör analizi) işlemlerine geçilmiştir.

Model Oluşturma

Tarım arabalarında dikdörtgen ve dairesel kesitli akslar kullanılmaktadır. Şekil 2' de dikdörtgen ve dairesel kesitli aksların SolidWorks programında çizilen modelleri ve teknik resimleri gösterilmektedir.



Şekil 2. Dikdörtgen ve dairesel kesitli aks modelleri ve teknik resimleri (a: Dikdörtgen kesit ön görünüş, b: Dikdörtgen kesit izometrik görünüş, c: Dairesel kesit ön görünüş, d: Dairesel kesit izometrik görünüş).

Figure 2. Rectangular and circular section axle models and technical drawings(a: Rectangular section front view, b: Rectangular section isometric view, c: Circular section front view, d: Circular section isometric appearance).

Tarım arabası aksı için yapısal çelik malzeme kullanılmıştır. Çizelge 2'de bu malzemeye ait özellikler gösterilmektedir.

Çizelge 2. Aks için kullanılan malzeme özellikleri.

Table 2. Material properties used for axle.

Malzeme	Yapısal çelik
Elastikiyet kat sayısı	2,e+005 Mpa
Paisson oranı	0.3
Yoğunluk	7,85e-006 kg mm ⁻³
Gerilme dayanım mukavemeti	250 Mpa
Son gerilme mukavemeti	460 Mpa

Çizelge 1'de özellikleri verilen tarım arabası ve Şekil 2'de gösterilen aks parçaları SolidWorks katı model yazılımı kullanılarak 3 boyutlu olacak şekilde modellenmiştir. Çalışmada ANSYS Workbench kullanılarak modelleme sonrası aksların çalışma şartları gerçeğe uygun olacak şekilde simüle edilmiş, akslar üzerinde oluşan gerilme dağılımları incelenmeye çalışılmıştır. Modellemesi yapılan aksların ANSYS yazılımı ile simülasyon ortamında farklı çalışma şartları ve yüklenme senaryoları incelenmiştir. Gerilme analizleri uygulanırken, gerçek çalışma ortamlarına maksimum düzeyde yaklaşabilmek için akslar bütün boyutu ile modellenmiştir. Elde edilen gerilme analizlerine ait sonuçlar şekilsel olarak, ANSYS Workbench'in orijinal çıktıları şeklinde sunulmuştur. Simülasyonu yapılan akslar çalışma ortamları için değerlendirilmeye alınmıştır.

Ağ Oluşturma (Meshing)

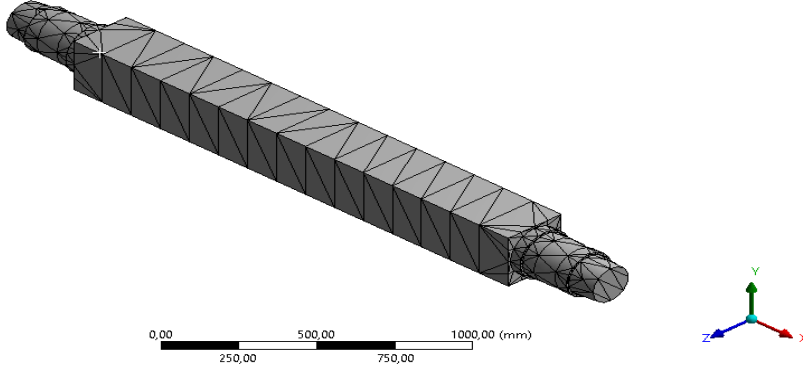
Modellemenin bir sonraki aşaması, oluşturulan modelin meshleme (ağ) işlemlerinin yapılmasıdır. Mesh yapmadan önce ilk olarak yapılacak olan analizin türü seçilmektedir. Daha sonra metod kısmından element tipi belirlenmektedir. Yani uygulanacak mesh yapıları (automatic, tetrahedrons, hex dominant, sweep, multizone, cartezian vb.) seçilmektedir. Mesh yoğunluğu artırılıp azaltılabilmektedir. Geometrinin tümüne olduğu gibi geometri üzerinde yüzey, çizgi ve nokta seçilerek belli bölgeleri farklı yoğunluklarda da mesh yapılabilmektedir.

Çalışmada tasarlanan modellerin karmaşık bir yapı göstermemesinden dolayı otomatik meshleme uygulanmış ve mekanik analiz türü seçilmiştir. Meshleme için aşağıdaki parametreler (düğüm sayısı ve eleman sayısı) kullanılmıştır. Şekil 3 ve Şekil 4'te meshlemeler gösterilmiştir. Sonlu elemanlar yöntemi yaklaşık çözümler üreten bir yöntemdir. Eleman sayısı arttırılarak, eleman tipi değiştirilerek, mesh üretim metodu değiştirilerek veya mesh üzerinde manuel olarak oynanarak çözüm tekrarlanabilmekte ve tasarımı planlanan yapıya uygun mesh şekillerinin seçilmesiyle gerçeğe yakın sonuçlar elde edilebilmektedir.

Dikdörtgen kesitli aks için;

Düğüm Sayısı: 2728

Eleman Sayısı: 1464



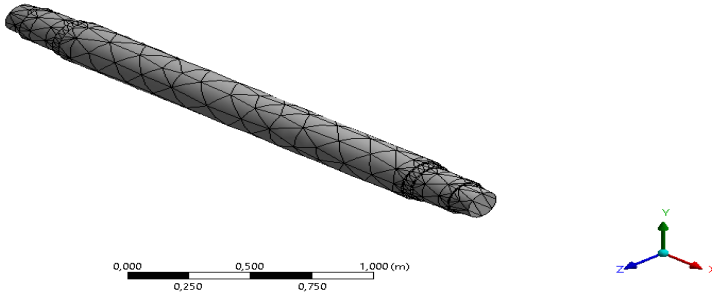
Şekil 3. Dikdörtgen kesitli aks meshlemesi.

Figure 3. Meshing of rectangular axle.

Dairesel kesitli aks için;

Düğüm Sayısı: 3426

Eleman Sayısı: 1856

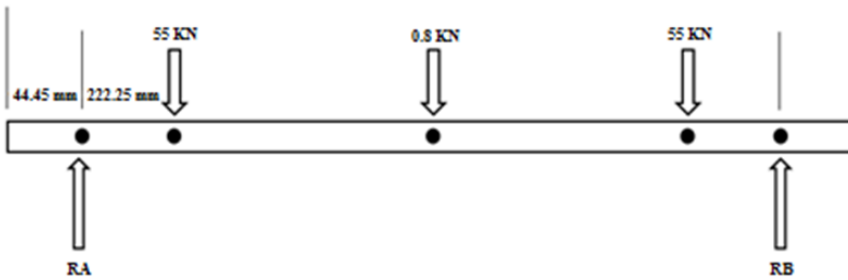


Şekil 4. Dairesel kesitli aks meshlemesi.

Figure 4. Meshing of circular cross section axle.

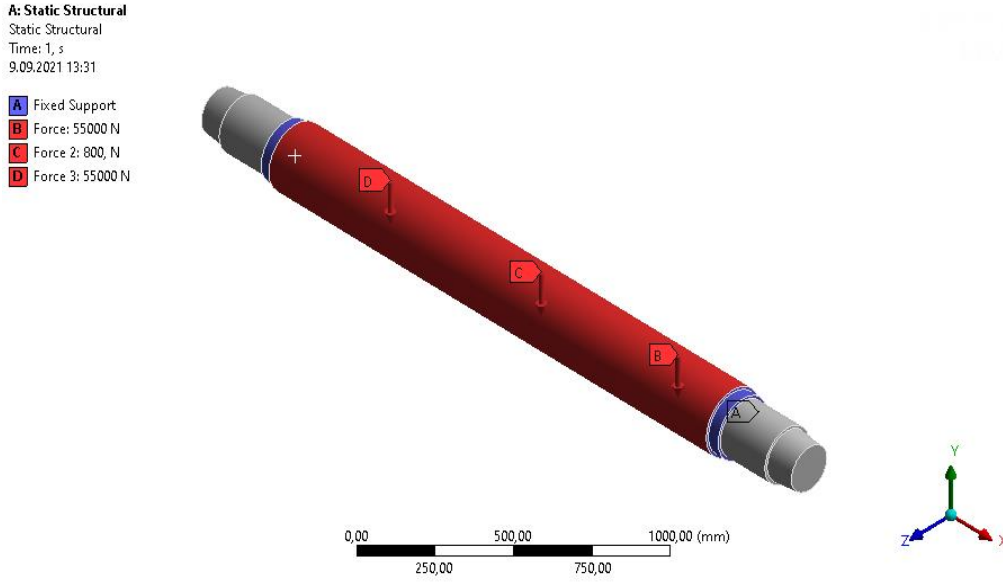
Tarım Arabası Aksı Yük Diyagramı

Tarım arabası aksının yük diyagramı Şekil 5'te gösterilmiştir.



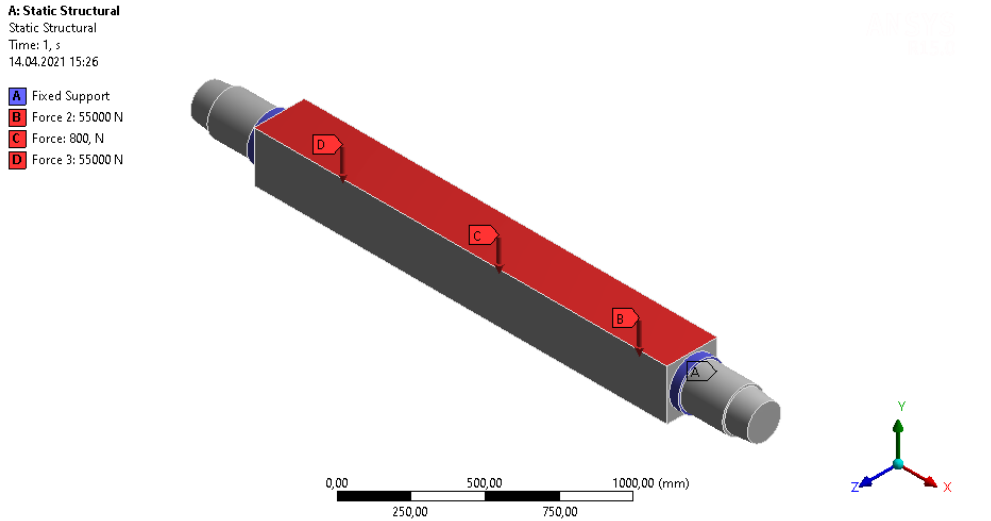
Şekil 5.Yük diyagramı

Figure 5. Load diagram



Şekil 6. Dairesel kesitli tarım arabası aksının yük şeması.
Figure 6. Load diagram of circular section trailer axle.

Şekil 6'da gösterildiği gibi mavi renkle gösterilen A noktası sabit destek noktasıdır. Kırmızı renkle gösterilen yüzeyde ise B ve D noktalarına 55000N (5500 kg) yük, C noktasına 800N (80 kg) yük uygulanmaktadır.



Şekil 7. Dikdörtgen kesitli tarım arabası aksının yük şeması
Figure 7. Load diagram of rectangular trailer axle.

Şekil 7'de gösterilen dikdörtgen kesitli tarım arabası aksının yük şemasında, dairesel kesitte olduğu gibi mavi renkle gösterilen A noktası sabit destek noktasıdır. Kırmızı renkle gösterilen yüzeyde ise B ve D noktalarına 55000N (5500 kg) yük, C noktasına ise 800N (80 kg) yük uygulanmaktadır.

BULGULAR

Sonlu eleman analizi için yük diyagramında gösterildiği gibi yükler uygulanmıştır. Şekil 8'de yük uygulandığında dikdörtgen kesitli aks üzerinde oluşan eşdeğer gerilim gösterilmektedir. Kırmızı renk, maksimum gerilimi, yani 12.026 MPa'yı ve mavi renk, aks üzerinde oluşturulan minimum gerilimi, yani 6.2856e-5 MPa'yı göstermektedir.

A: Static Structural

Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1
14.04.2021 15:30

12,026 Max
10,69
9,3533
8,0172
6,681
5,3448
4,0086
2,6724
1,3362
6,2856e-5 Min



Şekil 8. Dikdörtgen kesitli aksın eşdeğer gerilimi.

Figure 8. Equivalent (von- Mises) stress of rectangular axle.

Şekil 9’da ise dairesel kesitli aks üzerinde oluşan eşdeğer gerilim gösterilmektedir. Maksimum gerilim, 15.892 MPa ve aks üzerinde oluşan minimum gerilim ise 4.4759e-5 MPa bulunmuştur.

A: Static Structural

Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1
14.04.2021 14:43

15,892 Max
14,126
12,36
10,594
8,8287
7,063
5,2972
3,5315
1,7658
4,4759e-5 Min



Şekil 9. Dairesel kesitli aksın eşdeğer gerilimi.

Figure 9. Equivalent (von- Mises) stress of circular axle.

Şekil 10’da dikdörtgen kesitli aks üzerindeki eşdeğer elastik gerilim gösterilmektedir. Maksimum gerilim 6.8408e-5 mm mm⁻¹ ve minimum gerilim 5.2653e-10 mm mm⁻¹ olarak bulunmuştur.

A: Static Structural

Equivalent Elastic Strain
Type: Equivalent Elastic Strain
Unit: mm/mm
Time: 1
14.04.2021 15:30

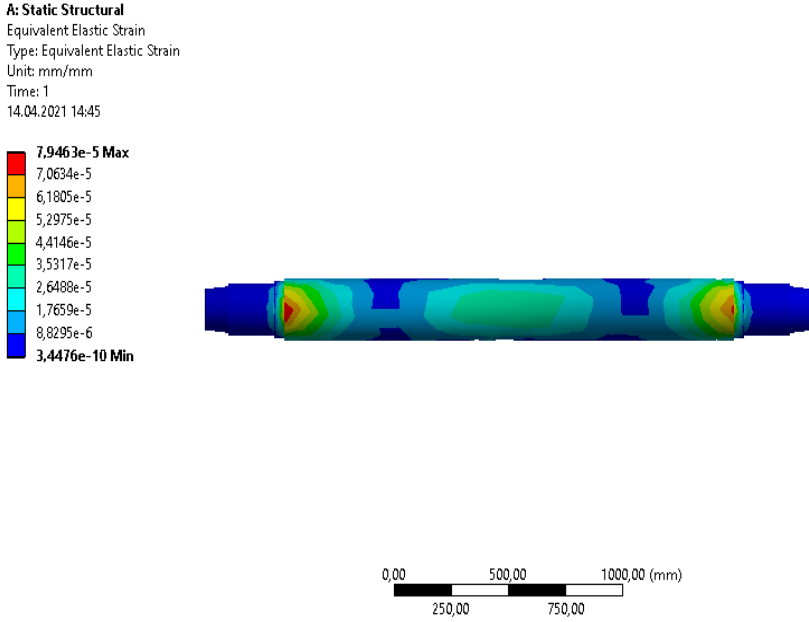
6,8408e-5 Max
6,0807e-5
5,3206e-5
4,5606e-5
3,8005e-5
3,0404e-5
2,2803e-5
1,5202e-5
7,6014e-6
5,2653e-10 Min



Şekil 10. Dikdörtgen kesitli aksın eşdeğer elastik gerilimi.

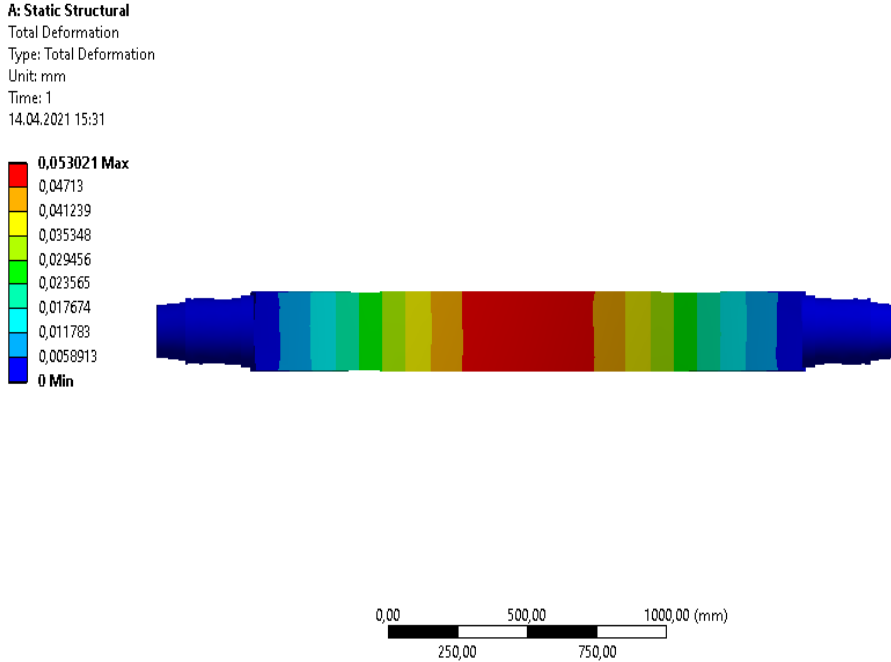
Figure 10. Equivalent elastic strain of rectangular axle.

Şekil 11’de ise dairesel kesitli aks üzerinde oluşan eşdeğer elastik gerilim gösterilmektedir. Maksimum gerilim $7.9463e-5 \text{ mm mm}^{-1}$ ve aks üzerinde oluşan minimum gerilim $3.4476e-10 \text{ mm mm}^{-1}$ olarak bulunmuştur.



Şekil 11. Dairesel kesitli aksın eşdeğer elastik gerilimi.
Figure 11. Equivalent elastic strain of circular axle.

Şekil 12’de yük uygulandığında dikdörtgen kesitli aks üzerindeki toplam deformasyon gösterilmektedir. Kırmızı renk, maksimum deformasyonu yani 0.053021 mm ve mavi renk, aks üzerinde oluşan minimum deformasyonu yani 0 mm göstermektedir.



Şekil 12. Dikdörtgen kesitli aksın toplam deformasyonu.
Figure 12. Total deformation of the rectangular axle.

Dairesel kesitli aks üzerindeki maksimum deformasyon 0.077806 mm ve minimum deformasyon 0 mm bulunmuş ve Şekil 13’te gösterilmiştir.

A: Static Structural
Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1
14.04.2021 14:44

0,077806 Max
0,069161
0,060516
0,05187
0,043225
0,03458
0,025935
0,01729
0,0086451
0 Min



Şekil 13. Dairesel kesitli aksın toplam deformasyonu.

Figure 13. Total deformation of the circular axle.

Şekil 14 dikdörtgen kesitli aks üzerindeki güvenlik faktörünü, Şekil 15 ise daire kesitli aks üzerindeki güvenlik faktörünü göstermektedir. Mavi renk, maksimum güvenlik faktörünü ve kırmızı renk aks üzerinde oluşan minimum güvenlik faktörünü göstermektedir. Dikdörtgen kesitli aksın güvenlik faktörü maksimum ve minimum 15 bulunmuştur. Dairesel kesitli aksın güvenlik faktörü maksimum 15 ve minimum 9.9852 bulunmuştur.

A: Static Structural
Safety Factor
Type: Safety Factor
Time: 1
14.04.2021 15:29

15 Max
15 Min
0



Şekil 14. Dikdörtgen kesitli aksın güvenlik faktörü.

Figure 14. Safety factor of rectangular axle.

A: Static Structural
Safety Factor
Type: Safety Factor
Time: 1
14.04.2021 14:46

15 Max
9,9852 Min
5
1
0



Şekil 15. Dairesel kesitli aksın güvenlik faktörü.

Figure 15. Safety factor of circular axle.

SONUÇ

ANSYS sonlu eleman programıyla, mühendislik alanlarındaki çözümü zor ve karmaşık olan problemlerin modellenerek çok daha kolay ve kısa sürede çözüme kavuşturulması mümkündür. Her alanda olduğu gibi tarımsal alanda da ANSYS yazılım programının kullanılması hem sorunların daha kısa sürede ve ekonomik olarak çözümlenmesine hem de istenilen analizlerin pratik olarak yapılmasına imkân sağlamaktadır. ANSYS programında doğru bir modellemenin yapılmasıyla, tarımsal uygulama tasarımları gerçek ortam şartları ile test edilebilmekte ve arazide kullanımının uygunluğu daha tasarım aşamasında kolay bir şekilde tespit edilebilmektedir.

Çalışmada tarım arabası aksı analizi için yapısal çelik malzeme tercih edilmiştir. Kullanılan malzemenin yapısal özelliğinin, boyutunun ve yüklemelerinin değiştirilmesiyle farklı sonuçların ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Örneğin (Manasa ve ark., 2013) dairesel kesitli bir aks üzerinde yaptıkları çalışmada, SAE1020 yapısal özelliğe sahip çelik malzeme kullanmışlar ve Çizelge 3'teki sonuçları elde etmişlerdir.

Çizelge 3. SAE1020 yapısal özelliğe sahip aksın gerilme analiz sonuçları (Manasa ve ark., 2013).

Table 3. Stress analysis results of axle with SAE1020 structural feature.

Adı	Maksimum	Minimum
Eşdeğer gerilim	99.399Mpa	1.4584e-6Mpa
Elastik gerilim	4.8487e-4	7.114e-12
Toplam deformasyon	0.55864mm	0
Güvenlik faktörü	15	0

Tarım arabalarında kullanılan, dairesel kesitli ve dikdörtgen kesitli aksların üç boyutlu parametrik katı modellemesi yapıp, modellenen aksların gerçek çalışma ortamlarındaki gerilme analizleri ortaya çıkarılarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yapılırken, aksların çalışma koşulları, boyutları ve yükleme miktarları eşit tutularak bu sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan, dairesel ve dikdörtgen kesitli akslarda oluşan gerilimin izin verilen gerilimden yani 460 MPa'dan daha az olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre, belirtilen yüklemeye koşulları altında tasarımın her iki aksta da güvenli olduğu ve iş esnasında herhangi bir hasara uğramadan çalışabileceği görülmektedir. Sonuçlar Çizelge 4 ve 5'te gösterilmektedir.

Çizelge 4. Aks ağırlıkları ve izin verilen eğilme gerilimi

Table 4. Axle weights and allowable bending stress

Dikdörtgen tip aks kütlesi	1052 kg
Dairesel tip aks kütlesi	860.73 kg
Yapısal çeliğin izin verilen eğilme gerilimi	460 MPa

Çizelge 5. Dairesel ve dikdörtgen kesitli aksların statik analiz sonuçları.

Table 5. Static analysis results of circular and rectangular axles.

Adı	Dairesel kesitli		Dikdörtgen kesitli	
	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum
Eşdeğer Gerilim (MPa)	15.892	4.4759e-5	12.026	6.2856e-5
Eşdeğer Elastik Gerilim (mm mm^{-1})	7.9463e-5	3.4476e-10	6.8408e-5	5.2653e-10
Toplam deformasyon (mm)	0.077806	0	0.053021	0
Güvenlik faktörü	15	9.9852	15	15

Dairesel kesitli ve dikdörtgen kesitli aksların Çizelge 5'te statik analiz sonuçları görülmektedir. Bu yüklemeler altında ortaya çıkan ve yorulma analizinde kullanılacak olan gerilmeler, dairesel kesitli aks için eşdeğer gerilim maksimum 15.892 MPa ve minimum eşdeğer gerilim 4.4759e-5 MPa iken dikdörtgen kesitli aks için eşdeğer gerilim maksimum 12.026 MPa ve minimum eşdeğer gerilim 6.2856e-5 MPa'dır.

Aynı durum eşdeğer elastik gerilim içinde görülmektedir. Aynı yükler altında, dairesel kesitli aksın eşdeğer elastik gerilimi maksimum 7.9463e-5 mm mm^{-1} ve minimum eşdeğer elastik gerilimi 3.4476e-10 mm mm^{-1} iken, dikdörtgen kesitli aksın eşdeğer elastik gerilimi maksimum 6.8408e-5 mm mm^{-1} ve minimum eşdeğer elastik gerilimi 5.2653e-10 mm mm^{-1} 'dir.

Toplam deformasyonlara bakıldığında ise yine aynı yükler altında dairesel kesitli aksın deformasyon oranı maksimum 0.077806 mm iken, dikdörtgen kesitli aksın deformasyon oranı maksimum 0.053021 mm'dir. Statik analizi gerçekleştirilen akslar farklı geometrik yapıya sahip olmalarından dolayı uygulanan eşit kuvvetler altındaki

tepki sonuçlarının farklı olduğu görülmektedir. Statik analiz sonuçlarına göre maksimum gerilmelerin asıl yükü taşıyan bölgelerde olduğu ortaya çıkmaktadır.

Mühendisliğin her alanında olduğu gibi tarımda da ANSYS programı kullanılarak, tarımsal alet ve makinelerinde istenilen analizler yapılabilir. Tarım arabaları farklı arazi koşulları ve çalışma hızlarında, farklı yükler ile yüklendiklerinden dolayı imalat aşamasında malzeme analizlerinin yapılması gerekmektedir. Bu analizlerin yapılması üreticilerin maliyet bakımından daha uygun malzeme kullanmalarına, kullanıcıların ise arazi şartlarına ve çalışma koşullarına uygun istenilen özellikte araç temin etmeleri bakımından önemlidir. ANSYS programında elde edilen gerilme ve yer değiştirme analizleri ile tarımsal araç ve gereçlerin istenilen özellikte olup olmadığı, üretimi yapılmadan ve gerçek şartlarda arazide kullanımına geçilmeden önce uygunluğu test edilerek tasarım ve gelişimine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarların herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Birinci yazar verilerin analizi ve çalışmanın yazımı, ikinci yazar düzenleme ve kontrol, üçüncü yazar ise çizimlerin yapımına katkı sunmuştur.

KAYNAKLAR

- Akdemir, S. (2016). Bir soğuk hava deposunda farklı menfez kanat açılarına göre hava dağılımının hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile tahmini. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31, 1308-8769.
- Akman, H., Çerçi, K. N., Hürdoğan, E., & Büyükalaca, O. (2018). Güneş enerjisi destekli bir kurutma sisteminin tasarımı, imalatı ve ilk ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 1-9.
- Aldağ, M. C. (2015). *Tek dingilli tarım arabalarında oluşabilecek hasarların tasarım aşamasında sonlu elemanlar analiz yöntemiyle saptanması*. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Atiş, A. (2011). *Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (cfd) kullanılarak Samsun koşullarına uygun farklı sera modellerinde doğal havalandırma etkinliğinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Azade, A. (2018). *Vibrational analysis and optimization of composite tractor trolley chassis using finite element analysis*. *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education*, 4(4).
- Blaabjerg, F., Lonel, D. M., Yang, Y., & Wang, H. (2017). Renewable energy systems: technology overview and perspectives. *Renewable energy devices and systems with simulations in MATLAB® and ANSYS®*, 4, 1-16.
- Boldea, I. G., Tutelea, L. N., Rallabandi, V., Lonel, D. M., & Blaabjerg, F. (2017). Electric generators and their control for large wind turbines. *Renewable energy devices and systems with simulations in MATLAB® and ANSYS®*, 4, 209- 248.
- Celik, H. K., Caglayan, N., Topakci, M., Rennie, A. E. W., & Akinci, I. (2020). Strength-based design analysis of a para-plow tillage tool. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169, 105-168.
- Çelik, H. K., Topakci, M., Yılmaz, D., & Akinci, İ. (2007). Çizelin yapısal ve işlevsel elamanlarında sonlu elemanlar yöntemi ile mukavemet analizi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2007, 3(2), 111-116.
- Delele, M. A., Vorstermans, B., Creemers, P., Tsige, A. A., Tijssens, E., Schenk, A., & Opara, U. L. (2012). Cfd model development and validation of a thermonebulisation fungicide fogging system for postharvest storage of fruit. *Journal of Food Engineering*, 108, 68.
- Franco, A., Valera, D. L., Pena, A., & Perez, A. M. (2011). Aerodynamic analysis and cfd simulation of several cellulose evaporative cooling pads used in mediterranean greenhouses. *Computers and Electronics in Agriculture* 76, 218–230.
- Gallego, E., Rombach, G. A., Neumann, F., & Ayuga, F. (2010). Simulations of granular flow in silos with different finite element programs: ansys vs. silo. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 53(3), 819-829.
- Gallego, E., Ruiz, A., & Aguado, P. J. (2015). Simulation of silo filling and discharge using ansys and comparison with experimental data. *Computers and Electronics in Agriculture* 118, 281-289.
- Kibar, H. (2011). *Tombul fındık depolamasında tane özelliklerine bağlı olarak ANSYS programıyla optimum silo tasarımı*. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

- Kibar, H., & Öztürk, T. (2012). Ansys sonlu eleman yazılımının tarımdaki uygulamaları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 65-74, 2012.
- Kim, K. A., Mentese, K., & Yang, Y. (2017). Solar power sources: pv concentrated pv, and concentrated solar power. *Renewable Energy Devices and Systems with Simulations in MATLAB® and ANSYS®*, 4, 17-38.
- Ma, K., Shipurkar, U., Lonel, D. M., & Blaabjerg, F. (2017). Power electronics and controls for large wind turbines and wind farms. *Renewable Energy Devices and Systems with Simulations in MATLAB® and ANSYS®*, 4, 177- 204.
- Manasa, P., & Reddy, C. V. B. (2013). Modeling and analysis of tractor trolley axle using ansys. *The International Organization of Scientific Research Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 6(5), 88-92.
- Meng, Y., Wei, J., Wei, J., Chen, H., & Cui, Y. (2019). An ansys/ls-dyna simulation and experimental study of circular saw blade cutting system of mulberry cutting machine. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 38–48.
- Mollazade, K., Jaferi, A., & Ebrahimi, E. (2010). Application of dynamical analysis to choose best subsoiler's shape using ansys. *New York Science Journal*, 3(3).
- Reddy, G. S., Narsaiah, J., & Shashikala, G. (2017). Dynamic analysis on tillage equipment used in agriculture using ansys software. *Science and Technology*, 3(7).
- Saravanan, R., Koti, H., & Martin, M. R. W. (2017). Design and analysis of tractor front axle by reverse engineering approach. *International Journal of Scientific Development and Research*, xxxx
- Selvi, K. Ç., & Kabas, Ö. (2018). Use of solidworks in designing agricultural machines (a sample: rotary tiller). *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara*, 16(4), 101-106.
- Sharma, P., & Kumar, A. (2016). Static structural analysis and weight reduction of trolley axle using ansys. *International Journal of Technical Research* 5(1).
- Souza, V. H. S., Dias, G. L., Santos, A. A. R., Costa, A. L. G., Santos, F. L., & Magalhaes, L. L. (2018). Evaluation of the interaction between a harvester rot and a coffee branch based on finite element analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 150, 476-483.
- Şahin, A., Altuntaş, E., & Güleç, U. (2018). Kültivatör kazayağı uç demirlerinin sonlu elemanlar metodu (sem) ile mukavemet özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(3), 257-265.
- Terzi, İ., Özgüven, M. M., & Altaş, Z. (2019). *Tarımda modelleme ve simülasyon kullanımı*. International Erciyes Agriculture, Animal & Food Sciences Conference, Erciyes University, Kayseri/Turkey.
- Thorpe, G. R. (2008). The application of computational fluid dynamics codes to simulate heat and moisture transfer in stored grains. *Journal of Stored Products Research* 44, 21-31.
- Topakci, M., Celik, H. K., Canakci, M., Rennie, A. E. W, Akinci, I., & Karayel, D. (2010). Deep tillage tool optimization by means of finite element method: case study for a subsoiler tine. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8(2), 531-536.
- Yu, Y., Zhang, S., Li, H., Wang, X., & Tang, Y. (2017). Modal and harmonic response analysis of key components of ditch device based on ansys. 13th global congress on manufacturing and management, gcmm 2016. *Procedia Engineering*, 174, 956-964.



Research Article

Comparative Analysis of Artificial Intelligence and Nonlinear Models for Broiler Growth Curve

Erdem Küçüktopcu* , Bilal Cemek 

Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

Received: 02.09.2021

Accepted: 20.10.2021

Keywords:

Growth curve, broiler, artificial intelligence, regression model

Abstract. Numerous mathematical expressions for growth models have been developed, but each has its own characteristics and limitations. Therefore, this study has investigated whether artificial intelligence (AI) methods can be an alternative to these models. To this aim, four nonlinear (NL) models (logistic, Richards, Gompertz-Laird, and von Bertalanffy) and three AI techniques — artificial neural networks (ANN), integrated adaptive neuro-fuzzy inference systems with grid partitioning and subtractive clustering (ANFIS-GP and ANFIS-SC) — were used to analyze growth. Some statistical methods, including the mean absolute error (MAE), root mean square error (RMSE) and mean absolute percentage error (MAPE) were used to evaluate the model performance. As a result of the study, it was determined that the ANFIS-SC model yielded a better fit with the broiler data due to its low MAE, RMSE, and MAPE values (7.68 g, 11.93 g, and 1.06%, respectively). The overall recommendation of this study is that the AI models could be used as an alternative to determine a broiler growth curve.

*Corresponding author
erdem_kt@hotmail.com

Etlık Piliç Büyüme Eğrisinin Tahmininde Yapay Zeka ve Doğrusal Olmayan Modellerin Karşılaştırmalı Analizi

Anahtar kelimeler:

Büyüme eğrisi, etlik piliç, yapay zeka, regresyon modeli

Özet. Büyüme modelleri için çok sayıda matematiksel ifade geliştirilmiştir, ancak her birinin kendine has özellikleri ve sınırlamaları bulunmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada yapay zeka (YZ) yöntemlerinin bu modellere alternatif olup olamayacağı araştırılmıştır. Bu amaçla büyüme analiz etmek için dört farklı doğrusal olmayan model (NL) (lojistik, Richards, Gompertz-Laird ve von Bertalanffy) ve üç farklı YZ tekniği - yapay sinir ağları (YSA) ve uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sisteminin farklı yöntemleri (ızgara bölümlenme (ANFIS-GP) ve eksiltici kümeleme (ANFIS-SC)) kullanılmıştır. Modellerin performansını değerlendirmek için ortalama mutlak hata (MAE), ortalama karekök hata (RMSE) ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) gibi bazı istatistiksel yöntemler ele alınmıştır. Çalışma sonucunda ANFIS-SC modelinin en düşük MAE, RMSE ve MAPE değerleri (sırasıyla 7.68 g, 11.93 g ve %1.06) ile gerçek ağırlık verileriyle daha iyi uyum sağladığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak YZ modellerinin etlik piliç büyüme eğrisini belirlemek için alternatif olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

INTRODUCTION

Broiler industry requires birds that can grow faster and produce a high-quality carcass in the shortest time. It is important for broiler businesses to have sufficient information about the growth of the chickens in terms of profitability and continuity (Chang, 2007; Abdurofi *et al.*, 2017).

Growth curves, an economically important feature of the broiler industry, are used to describe the changes in weight and body size per unit of time or age. Modeling growth curves is advantageous because it enables visualization of growth patterns over time, and the resulting equations can be used to predict the expected weight of chickens at a given age (Eleroğlu *et al.*, 2014; Koushandeh *et al.*, 2019).

Some nonlinear (NL) models (e.g., logistic, Richards, Gompertz-Laird, and von Bertalanffy) have been used widely to describe poultry growth curves, and the comparison of NL models was generally recommended to determine the best model based on different assessment criteria for species, strains, and even different lines. Numerous researchers have used NL models to investigate and characterize the growth curves of various poultry species, including Cetin *et al.* (2007), Balcioğlu *et al.* (2009), and Sariyel *et al.* (2017) in partridge, Raji *et al.* (2014), and Narinc *et al.* (2014) in quail, Vitezica *et al.* (2010) and Tang *et al.* (2010) in duck, Şengül and Kiraz (2005) and Porter *et al.* (2010) in turkey, van der Klein *et al.* (2020) in laying hens, and Roush *et al.* (2006), Topal and Bolukbasi (2008), Ahmad (2009), Şekeroğlu *et al.* (2013), Demuner *et al.* (2017) and Koushandeh *et al.* (2019) in broiler. These NL models can describe the growth of chickens, but each one has unique characteristics and shortcomings (Norris *et al.*, 2007).

Recently, artificial intelligence (AI) techniques offer an alternative to complicated NL models. A significant advantage of using AI compared to NL models is that AI modeling could only be performed on a dependent variable, and it is also possible to design various types of the variable in AI modeling. This results in less time and resource waste, a more accurate error estimation, and less variability in data collection under various conditions. Another important advantage of AI models is that they could effectively handle the nonlinearity and complexity of a system and overcome the limitations of NL models (Haykin, 2010; Shanmuganathan, 2016). In recent years, several studies have been performed to compare the performance of artificial neural networks (ANN) and NL models in broiler growth estimation (Roush *et al.*, 2006; Ahmad, 2009; Koushandeh *et al.*, 2019).

These studies have contributed significantly to the knowledge base regarding the ANN technique in poultry houses. However, to our knowledge, no comprehensive study has been conducted to compare different NL models, neuro-fuzzy, and neural networks techniques for broiler growth curve.

Therefore, the main objective of the present study is to compare the different AI techniques and NL growth models to identify which is most suitable for the data of the "Ross 308" chickens.

MATERIAL AND METHOD

The research was conducted in Samsun, Turkey (41°70' N, 36°30' E), at a commercial broiler farm. The farm had a length of 90.00 m, a width of 14.00 m, and a height of 3.80 m (Figure 1).

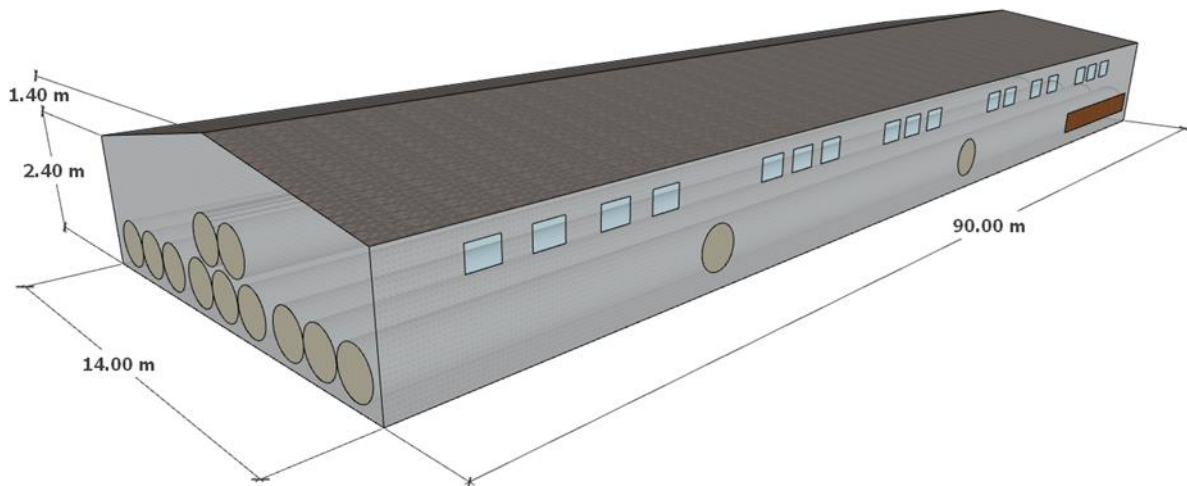


Figure 1. The dimensions of the broiler house.

Şekil 1. Kümesin boyutları.

Chickens from the "Ross 308" breeding stock were reared until 40-42 days old. Ventilation, heating, lighting, feeding, and watering were all controlled by an automatic control system. Chicken weights were recorded daily at eight rearing seasons (Table 1) using an electronic poultry weighing scale. The average of eight rearing seasons was used as the body weight of chickens for the growth curve to be modeled.

Table 1. Broiler rearing seasons and dates.

Çizelge 1. Etlik piliç yetiştirme dönemleri ve tarihleri.

Seasons	Dates	Number of birds
S1	03.02.2018-16.03.2018	20,035
S2	09.04.2018-20.05.2018	19,840
S3	12.06.2018-22.07.2018	24,000
S4	09.11.2018-19.12.2018	19,440
S5	09.01.2019-18.02.2019	17,760
S6	14.03.2019-24.04.2019	18,000
S7	16.07.2019-26.08.2019	18,240
S8	11.09.2019-23.10.2019	18,384

Nonlinear (NL) Model

Four growth models were selected to characterize the growth pattern of "Ross 308" chickens: Logistic (Eq. 1), Richards (Eq. 2), Gompertz-Laird (Eq. 3), and von Bertalanffy (Eq. 4). Mathematical equations were as follows:

$$\text{Logistic} \rightarrow W_t = W_A / [1 + \exp(-K(t - t_i))] \quad (1)$$

$$\text{Richards} \rightarrow W_t = W_A \left[1 - (1 - m) \exp \left[-K(t - t_i) / m^{m/(1-m)} \right] \right]^{1/(1-m)} \quad (2)$$

$$\text{Gompertz-Laird} \rightarrow W_t = W_0 \exp \left[(L/K)(1 - \exp(-Kt)) \right] \quad (3)$$

$$\text{Von Bertalanffy} \rightarrow W_t = W_A \left[1 - B \exp(-Kt) \right]^3 \quad (4)$$

where, W_t is the bird weight at time t (g), W_0 is the initial (hatch) weight (g), K is the maximum relative growth (g D^{-1}), L is the instantaneous growth rate (g D^{-1}), t_i is the age at the maximum rate of growth (D), and m is a shape parameter and B is the integration constant. The asymptotic weight (W_A) (g) and age of maximum growth (t_i) (D) were estimated using the following formulas:

$$t_i = (1/K) \log(L/K) \quad (5)$$

$$W_A = W_0 \exp(L/K) \quad (6)$$

Artificial Neural Networks (ANN)

This paper employed multi-layered feedforward back-propagation (MLP) during network training due to its speed and power. The tangent sigmoid (*tansig*) and linear transfer functions (*purelin*) were used in the hidden and output layers, respectively. The MLP can have multiple hidden layers; however, studies have shown that a single layer is sufficient for any neural network to approximate complex nonlinear functions. Therefore, one hidden layer was tested, and the number of neurons changed from 7 to 15 to achieve the optimal training network.

Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)

This system combines the fuzzy inference system's decision-making process (FIS) with the learning capability of ANN. As is the case with ANN, ANFIS learns with samples from a training set. This method yields the optimal network structure for resolving the problem at hand. The test procedure is carried out on previously unobserved samples, which enables the identification of the effect. The smaller error values attest to the conformity of the ANFIS model. One of ANN's primary drawbacks is its inability to justify the weight values acquired. This problem is addressed by the FIS, which is incorporated into the ANFIS structure. Different identifications such as subtractive clustering (SC) and grid partitioning (GP) can be applied in the ANFIS model. It is necessary to define the

appropriate cluster radius in ANFIS-SC to apply fuzzy rules. The cluster radius denotes a cluster's sphere of influence, assuming that the data space is a unit hypercube, with a range of zero to one. The smaller the cluster radius, the more rules are generated, while the larger the cluster radius, the fewer rules are generated. Suitable values for radii usually fall between 0.2 and 0.5. To determine the best estimation model, the cluster radius in this study ranged between 0.1 and 1. In ANFIS-GP models, three methods, including Gaussian, triangular, trapezoidal, and three membership functions (MFs) (3, 4, and 5), were considered in the data processing.

Model Performance Evaluation Criteria

The mean absolute error (MAE), root mean square error (RMSE) and mean absolute percentage error (MAPE) were used to evaluate model performance. The equations are expressed as follows (Waller, 2003):

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n (|X_{mea,i} - X_{est,i}|)}{n} \quad (7)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{mea,i} - X_{est,i})^2}{n}} \quad (8)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\left| \frac{X_{mea,i} - X_{est,i}}{X_{mea,i}} \right| \right)}{n} \times 100 \quad (9)$$

where $X_{mea,i}$ is the measured value of variable, $X_{est,i}$ is the estimated value of variable, and n is the data number.

RESULTS AND DISCUSSION

The studied training and testing data for the estimation of chicken weight are presented in Table 2. Starting from day 0, the even numbers of data were used as training, while the odd numbers of data were used as testing.

Table 2. Broiler weight data used for modeling in training and testing.

Çizelge 2. Eğitim ve test için modellemede kullanılan piliç ağırlık verileri.

Training		Testing	
Age (D)	Weight (g)	Age (D)	Weight (g)
0	46	1	55
2	70	3	85
4	103	5	125
6	146	7	170
8	201	9	236
10	275	11	315
12	364	13	423
14	482	15	536
16	599	17	673
18	740	19	797
20	876	21	978
22	1044	23	1118
24	1204	25	1294
26	1361	27	1388
28	1505	29	1585
30	1662	31	1762
32	1881	33	1959
34	2008	35	2118
36	2187	37	2260
38	2353	39	2408
40	2449	41	2485

Four NL models, including logistic, Richards, Gompertz-Laird, and Von Bertalanffy, and three AI models, namely ANN, ANFIS-GP, and ANFIS-SC, were used to explore the "Ross 308" chickens growth patterns. The developed equations for four NL models for growth are presented in Table 3.

Table 3. Developed NL model equations for growth.

Çizelge 3. Büyüme modelleri için geliştirilmiş NL eşitlikleri.

Model	Equation
Logistic	$W_t = 2878.01 / [1 + \exp(-0.13(t - 26.90))]$
Richards	$W_t = 4057.52 [1 + 0.03 \exp[-0.02(t - 27.83) / 1.03^{-34.33}]]^{-33.34}$
Gompertz-Laird	$W_t = 4143.98 \exp[-\log(4143.98 / 0.09) \exp(-0.05t)]$
von Bertalanffy	$W_t = 6217.74 [1 - 0.87 \exp(-0.03t)]^3$

A developed ANN model can be represented as:

$$BroilerWeight = \sum_{k=1}^m \left[\frac{2}{1 + \exp\left(-2 \left(\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n ((w_1(i, j)x(i)) + b_1(j)) \right)\right)} - 1 \right] w_2(k)b_2 \tag{10}$$

w_1, w_2 and b_1, b_2 , are the weight and bias values of the network, respectively, x symbolizes the input data, m and n are the number of neurons in hidden and input layers, respectively. The w_1, w_2, b_1 , and b_2 values of the developed model are given in Table 4.

Table 4. Weight and bias values of the network.

Çizelge 4. Ağın ağırlık ve bias değerleri.

Weights		Biases	
$w_1 = \begin{bmatrix} 32.002 \\ 26.414 \\ 0.077 \\ 3.110 \\ -1.201 \\ 0.139 \\ -7.459 \\ -11.897 \\ -29.796 \\ -17.098 \end{bmatrix}$	$w_2 = \begin{bmatrix} 640.544 \\ 75.914 \\ 946.895 \\ 48.784 \\ 117.264 \\ 425.393 \\ -100.590 \\ 2.324 \\ 1.457 \\ 1.164 \end{bmatrix}^T$	$b_1 = \begin{bmatrix} 32.657 \\ 42.047 \\ -1.565 \\ 10.923 \\ -19.147 \\ -4.834 \\ -29.137 \\ 51.763 \\ 4.719 \\ 43.657 \end{bmatrix}$	$b_2 = [585.33]$

ANFIS-GP model with Gauss method (3 MF) was selected as the best model, whereas ANFIS-SC with the cluster radius of 0.234 yielded the best results for estimating BW.

In the training period, it is obvious from Table 5 that the MAE values were 31.41, 20.67, 10.53, 16.78, 6.70, 4.53, and 5.39 g for logistic, Richards, Gompertz-Laird, von Bertalanffy, ANN, ANFIS-GP, and ANFIS-SC, respectively. The results indicate that the ANFIS-GP model had the lowest MAE (4.53 g), whereas the logistic model had the highest value (31.41 g). Similarly, the RMSE value for ANFIS-GP was 6.36 g, while it was 35.05 g for logistic. Additionally, MAPE values for AI models ranged between 0.59 and 0.81%, whereas they varied between 2.22 and 12.34% for NL models.

In the testing period, the MAE values varied between 14.47-32.23 g and 7.68-8.99 g for NL and AI models, respectively. As with the MAE criterion, the ANFIS-SC model had the lowest RMSE value (11.93 g), while the logistic model produced the highest RMSE value (36.28 g). Similarly, MAPE values varied between 1.06 and 10.64%, depending on the model under consideration (Table 6).

Table 5. Error values of NL models and AI techniques used to predict weights for training dataset.*Çizelge 5. Eğitim veri seti için ağırlık tahmininde kullanılan NL ve YZ tekniklerinin hata değerleri.*

Weight (g)	Logistic	Richards	Gompertz-Laird	von Bertalanffy	ANN	ANFIS-GP	ANFIS-SC
46	84.61	52.46	39.42	14.92	46.00	45.34	45.89
70	108.78	80.54	63.99	38.77	70.00	71.88	70.49
103	139.51	118.79	98.76	76.96	103.00	100.44	102.04
146	178.37	168.89	145.69	130.51	144.21	147.29	146.71
201	227.16	232.19	206.40	199.56	202.86	202.78	201.94
275	287.86	309.58	282.01	283.65	276.51	270.95	272.10
364	362.57	401.40	373.00	381.88	366.86	368.47	368.69
482	453.27	507.39	479.20	493.04	474.68	478.98	477.23
599	561.59	626.74	599.80	615.77	599.21	600.26	600.71
740	688.46	758.12	733.41	748.61	737.99	738.69	739.92
876	833.67	899.83	878.22	890.05	887.03	880.14	879.11
1044	995.58	1049.86	1032.09	1038.64	1041.70	1036.42	1036.05
1204	1170.92	1206.07	1192.70	1192.96	1198.15	1212.19	1212.52
1361	1354.92	1366.26	1357.73	1351.65	1354.85	1359.24	1359.51
1505	1541.72	1528.29	1524.89	1513.47	1513.33	1495.58	1495.95
1662	1725.10	1690.18	1692.06	1677.28	1677.33	1677.84	1680.17
1881	1899.30	1850.14	1857.35	1842.04	1849.29	1865.90	1859.84
2008	2059.66	2006.61	2019.10	2006.80	2025.42	2016.37	2020.27
2187	2203.08	2158.30	2175.96	2170.75	2193.81	2185.17	2189.69
2353	2328.08	2304.16	2326.81	2333.15	2339.73	2352.78	2344.87
2449	2434.58	2443.39	2470.83	2493.37	2454.02	2449.29	2452.29
MAE	31.41	20.67	10.53	16.78	6.70	4.53	5.39
RMSE	35.05	24.30	13.56	20.26	10.08	6.36	7.87
MAPE	12.34	5.87	2.22	8.28	0.61	0.81	0.59

Table 6. Error values of NL models and AI techniques used to predict weights for testing dataset.*Çizelge 6. Test veri seti için ağırlık tahmininde kullanılan NL ve YZ tekniklerinin hata değerleri.*

Weight (g)	Logistic	Richards	Gompertz-Laird	von Bertalanffy	ANN	ANFIS-GP	ANFIS-SC
55	95.96	65.34	50.56	25.15	55.61	59.43	57.99
85	123.23	98.28	79.97	55.98	84.16	84.42	84.76
125	157.82	142.27	120.59	101.79	119.82	121.84	122.81
170	201.40	198.83	174.24	163.11	171.79	174.53	173.13
236	255.89	269.09	242.30	239.78	237.69	233.71	234.15
315	323.33	353.69	325.58	331.07	319.52	316.61	317.57
423	405.80	452.66	424.24	435.92	418.59	423.04	422.00
536	505.15	565.46	537.78	553.05	534.97	537.36	536.36
673	622.69	691.02	665.09	681.02	667.04	668.20	669.49
797	758.83	827.81	804.55	818.35	811.52	809.17	809.46
978	912.70	973.94	954.16	963.55	963.94	954.76	953.46
1118	1081.84	1127.33	1111.70	1115.17	1119.87	1124.67	1124.84
1294	1262.19	1285.80	1274.81	1271.83	1276.45	1290.58	1291.41
1388	1448.36	1447.17	1441.18	1432.24	1433.66	1424.62	1423.67
1585	1634.22	1609.37	1608.60	1595.20	1594.40	1579.91	1583.33
1762	1813.67	1770.50	1775.05	1759.61	1762.36	1777.40	1774.36
1959	1981.44	1928.90	1938.76	1924.48	1937.41	1942.81	1939.76
2118	2133.61	2083.12	2098.22	2088.93	2111.54	2095.85	2104.23
2260	2267.91	2232.01	2252.19	2252.18	2270.36	2276.08	2271.66
2408	2383.60	2374.64	2399.72	2413.57	2401.04	2408.75	2405.61
2485	2481.19	2510.34	2540.08	2572.48	2498.94	2481.70	2485.16
MAE	32.23	24.51	14.47	20.42	8.99	8.76	7.68
RMSE	36.28	27.62	20.53	27.71	13.56	12.83	11.93
MAPE	10.64	5.98	2.11	6.78	1.99	1.32	1.06

After comparing the results of NL and AI models, model estimation ability (ANFIS-SC > ANFIS-GP > ANN > Gompertz-Laird > Richards > von Bertalanffy > logistic) was determined for chicken weight estimation. At an early age, von Bertalanffy and Gompertz-Laird models underestimated weights, whereas the logistic model overestimated weights. Richards model was consistently overestimated weights at all ages. Yakupoglu and Atil (2001) compared the Gompertz and von Bertalanffy models to weekly body weight values in broiler flocks, and they reported that Gompertz was better than von Bertalanffy. Adenaik *et al.* (2017) found that Gompertz and von Bertalanffy models performed equally well at predicting chicken growth curves. Mouffok *et al.* (2019) stated that the Gompertz model was the most suitable for estimating broiler weight before four weeks of age, and after one month of age, the von Bertalanffy model was the best predictor of light chicken weights.

The growth pattern for "Ross 308" chicken by actual broiler weight and ANFIS-SC model are presented in Figure 2. Comparing the estimations with other AI studies, the RMSE and MAPE values of developed model were found lower than the studies of Berberoğlu and Özkan (2020), Koushandeh *et al.* (2019), and Roush *et al.* (2006).

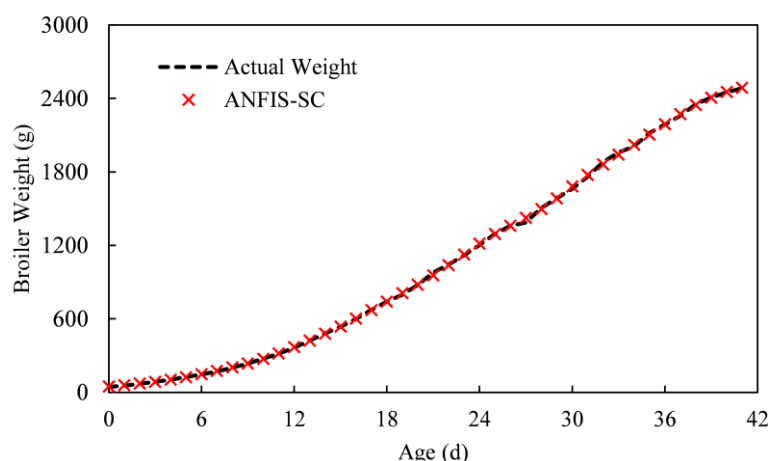


Figure 2. The weight of broilers used as testing data for the ANFIS-SC.
Şekil 2. ANFIS-SC modeli için test verisi olarak kullanılan etlik piliç ağırlığı.

Applying an AI model to make predictions for poultry growth, several advantages can be achieved, such as faster predictions using less time and resources. AI models are more accessible, require fewer variables, and perform more efficiently when determining poultry growth, but only if the data is appropriately handled.

CONCLUSION

In this research, the growth model of "Ross 308" chicken was compared using NL models and AI techniques. Based on the comparison of these results, AI techniques were superior to NL models for modeling broiler growth. Of all AI techniques studied in this research, the ANFIS-SC model best describes the growth pattern of "Ross 308" chicken based on MAE, RMSE, and MAPE (7.68 g, 11.93 g and 1.06%, respectively) for the testing data. In summary, this study demonstrates that AI techniques could be used effectively to identify broiler growth curves and is thus recommended as an alternative approach.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

E.K. designed and performed the experiments, derived the models, and analyzed the data, B.C. was involved in planning and supervised the work. E.K. and B.C. wrote the manuscript.

ACKNOWLEDGMENT

This research was funded by the Ondokuz Mayıs University Scientific Research Projects Department (PYO.ZRT.1901.18.018).

REFERENCES

- Abdurofi, I., Ismail, M. M., Kamal, H., & Gabdo, B. (2017). Economic analysis of broiler production in Peninsular Malaysia. *International Food Research Journal*, 24(2), 761-766.
- Adenaike, A. S., Akpan, U., Udoh, J. E., Wheto, M., Durosaro, S. O., Sanda, A. J., & Ikeobi, C. O. N. (2017). Comparative evaluation of growth functions in three broiler strains of nigerian chickens. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 40(4), 611-620.
- Ahmad, H. (2009). Poultry growth modeling using neural networks and simulated data. *Journal of Applied Poultry Research*, 18(3), 440-446.
- Balcioglu, M. S., Kizilkaya, K., Karabağ, K., Alkan, S., Yolcu, H. İ., & Şahin, E. (2009). Comparison of growth characteristics of chukar partridges (*Alectoris chukar*) raised in captivity. *Journal of Applied Animal Research*, 35(1), 21-24.
- Berberoglu, E., & Özkan, N. (2020). Estimation and comparison of growth curve in broilers through the artificial neural networks and gompertz models. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 37(2), 68-76.
- Cetin, M., Sengul, T., Sogut, B., & Yurtseven, S. (2007). Comparison of growth models of male and female partridges. *Journal of Biological Sciences*, 7(6), 964-968.
- Chang, H.S. (2007). Overview of the world broiler industry: Implications for the Philippines. *Asian Journal of Agriculture and Development*, 4, 67-82.
- Demuner, L. F., Suckeveris, D., Muñoz, J. A., Caetano, V. C., Lima, C. G. D., Faria, D. E. D., & Faria, D. E. D. (2017). Adjustment of growth models in broiler chickens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52, 1241-1252.
- Eleroğlu, H., Yıldırım, A., Şekeroğlu, A., Çoksöyler, F. N., & Duman, M. (2014). Comparison of growth curves by growth models in slow-growing chicken genotypes raised the organic system. *International Journal of Agriculture and Biology*, 16(3), 529-535.
- Haykin, S. (2010). *Neural Networks and Learning Machines*. Pearson Education, New Jersey.
- Koushandeh, A., Chamani, M., Yaghobfar, A., Sadeghi, A., & Baneh, H. (2019). Comparison of the accuracy of nonlinear models and artificial neural network in the performance prediction of Ross 308 broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 7(2), 151-161.
- Narinc, D., Karaman, E., Aksoy, T., & Firat, M. Z. (2014). Genetic parameter estimates of growth curve and reproduction traits in Japanese quail. *Poultry Science*, 93(1), 24-30.
- Norris, D., Ngambi, J. W., Benyi, K., Makgahlele, M. L., Shimelis, H. A., & Nesamvuni, E. A. (2007). Analysis of growth curves of indigenous male Venda and Naked Neck chickens. *South African Journal of Animal Science*, 37(1), 21-26.
- Mouffok, C., Semara, L., Ghoualmi, N., & Belkasmı, F. (2019). Comparison of some nonlinear functions for describing broiler growth curves of Cobb500 strain. *Poultry Science Journal*, 7(1), 51-61.
- Porter, T., Kebreab, E., Kuhl, H. D., Lopez, S., Strathe, A. B., & France, J. (2010). Flexible alternatives to the Gompertz equation for describing growth with age in turkey hens. *Poultry Science*, 89(2), 371-378.
- Raji, A., Alade, N., & Duwa, H. (2014). Estimation of model parameters of the Japanese quail growth curve using Gompertz model. *Archivos de zootecnia*, 63(243), 429-435.
- Roush, W., Dozier, W., & Branton, S. (2006). Comparison of Gompertz and neural network models of broiler growth. *Poultry Science*, 85(4), 794-797.
- Sariyel, V., Aygun, A., & Keskin, I. (2017). Comparison of growth curve models in partridge. *Poultry Science*, 96(6), 1635-1640.
- Shanmuganathan, S. (2016). Artificial neural network modelling: An introduction. In S. Shanmuganathan, & S. Samarasinghe (Eds.), *Artificial Neural Network Modelling. Studies in Computational Intelligence* (pp. 1-14). Cham, Germany: Springer.
- Şekeroğlu, A., Tahtalı, Y., Sarıca, M., Gülay, M. Ş., Abacı, H. S., & Duman, M. (2013). Comparison of growth curves of broiler under different stocking densities by gompertz model. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(4), 669-672.
- Şengül, T., & Kiraz, S. (2005). Non-linear models for growth curves in large white turkeys. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29(2), 331-337.
- Tang, X., Li, J., Zhao, P., Liu, Z., & Chen, Q. (2010). Study on growth and development and fitting of growth curve of Huainan partridge duck. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2, 105-107.
- Topal, M., & Bolukbasi, Ş. (2008). Comparison of nonlinear growth curve models in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 34(2), 149-152.

- van der Klein, S., Kwakkel, R., Ducro, B., & Zuidhof, M. (2020). Multiphasic nonlinear mixed growth models for laying hens. *Poultry Science*, 99(11), 5615-5624.
- Vitezica, Z., Marie-Etancelin, C., Bernadet, M.-D., Fernandez, X., & Robert-Granie, C. (2010). Comparison of nonlinear and spline regression models for describing mule duck growth curves. *Poultry Science*, 89(8), 1778-1784.
- Waller, D. L. (2003). *Operations management: A supply chain approach*. Cengage Learning Business Press, Boston.
- Yakupoglu, C., & Atil, H. (2001). Comparison of growth curve models on broilers growth curve I: Parameters estimation. *Online Journal of Biological Sciences*, 1(7), 680-681.



Araştırma Makalesi

Aktaş Yoncası (*Melilotus alba* Desr.) Genotiplerinin Sekonder Metabolit İçeriği Bakımından Değerlendirilmesi

İlknur Yıldırım , Yasin Emre Öztürk , Yusuf Murat Kardeş ,
Erdem Gülümser* , Hanife Mut 

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik

Geliş tarihi (Received): 13.05.2021

Kabul tarihi (Accepted): 26.07.2021

Anahtar kelimeler:

Aktaş yoncası, genotip, yem bitkisi, antioksidan, kondanse tanen.

Özet. Baklagiller familyasında yer alan taş yoncaları içermiş olduğu ikincil metabolitler ile hayvan besleme ve sağlığı açısından önem teşkil etmektedir. Diğer taraftan, kıraç ve fakir topraklarda kurulacak kısa süreli meraların kalitesinin artırılmasında kullanılan taş yoncalarının yem kalitesi yüksek olmakla birlikte, yonca ve üçgül türlerine göre şişme problemi daha azdır. Bu araştırma, Bilecik ili doğal florasından toplanan 17 adet aktaş yoncası genotipinin (*Melilotus alba* Desr.) toplam fenolik, toplam flavonoid, radikal kovucu aktivite (DPPH) ve kondanse tanen içeriklerinin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre, genotiplerin ortalama fenolik, flavonoid, DPPH ve kondanse tanen içerikleri sırasıyla 3.901 mg GA g⁻¹, 17.962 mg QE g⁻¹, %26.523 ve %0.611 olarak belirlenmiş olup, söz konusu bileşikler bakımından aktaş yoncası genotipleri arasında farklılıklar olmuştur. Ayrıca, çalışmada belirlenen bu bileşikler yem kalitesi ve hayvan sağlığı açısından çok önemli olup, sonuçlar ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

*Sorumlu yazar

erdem.gulumser@bilecik.edu.tr

Evaluation of White Sweet Clover (*Melilotus alba* Desr.) Genotypes in terms of Secondary Metabolite Contents.

Keywords:

White sweet clover, genotype, forage crop, antioxidant, condensed tannin.

Abstract. Sweet clovers are belonging to the *fabaceae* and are important for animal nutrition and health in terms of the secondary metabolites it contains. Besides, sweet clovers increase the quality of short-term pastures to be established in arid and poor soils, and their feed quality is high and the swelling problem is less than compared to the alfalfa and trefoil species. In this study, it was aimed to determine the total phenolic (TP), total flavonoid (TF), radical scavenging activity (DPPH) and condensed tannin contents (CT) of 17 white sweet clover (*Melilotus alba* Desr.) collected from the natural flora of Bilecik. As a result, the average TP, TF, DPPH, and CT contents of white sweet clover genotypes were determined as 3.901 mg GA g⁻¹, 17.962 mg QE g⁻¹, 26.523%, and 0.611%, respectively, and there were differences between the white sweet clover genotypes in terms of these compounds. Besides, these compounds determined in the study are very important in terms of feed quality and animal health, and the results will shed light on future studies.

GİRİŞ

Artan nüfus, ekonomik gelişmeler ve beslenme bilinci, hayvansal ürünlere olan talebi her geçen gün artırmaktadır. Bu durum su ve toprak gibi sınırlı üretim kaynaklarının daha verimli kullanılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, değişen ekolojik koşullar ve küresel ısınma ile birlikte hayvanların beslenmesinde etkili stratejilerin başında doğru yemlerin seçimi gelmektedir.

Tohumun toprak ile buluşmasından hasada kadar geçen süre içerisinde tarım, esas olarak iklim koşullarına göre şekillenir. Bu nedenle iklim değişikliğinin, ısınma derecesine bağlı olarak bölgeden bölgeye değişen düzeylerde bitkisel üretim sistemlerini doğrudan etkilemesi beklenmektedir (Wheeler ve Reynolds, 2013). Tüm bu değişiklikler ve riskler, insanları yem bitkileri de dâhil olmak üzere bitkisel üretimde yeni alternatifler aramaya itmektedir. Hayvan sayıları ile birlikte kaba yem ihtiyacının artması ile birlikte üretim kaynaklarının yetersizliği, farklı iklim ve toprak koşullarında ekonomik ve bu koşullar altında tatmin edici verime sahip bitkilere olan ilgiyi artırmıştır. Bu bağlamda, taş yoncaları (*Melilotus* sp.) gibi ihmal edilmiş ve az kullanılan bitkiler son zamanlarda ilgi görmeye başlamıştır. Mueggler ve Stewart (1978) taş yoncalarının hayvanlar için yüksek kaliteli ve lezzetli bir kaba yem kaynağı olduğunu belirtmiştir.

Taş yoncaları (*Melilotus* sp.) baklagiller familyasında yer alan iki yıllık bir tür olup, doğal florada kendiliğinden gelişmektedir. Tarımının dünyada çok az, ülkemizde ise hiç yapılmadığı taş yoncalarının en yaygın bilinen iki türü ise sarıtaş (*Melilotus officinalis* L.) ve aktaş yoncası (*Melilotus alba* Desr.)'dır.

Son dönemlerde ruminantların beslenmesi üzerine yapılan çalışmalar, bitkilerin içermiş olduğu ikincil metabolitlerin (flavonoidler, isoflavonideler, fenolik bileşikler ve tanenler gibi) rumen sağlığı ve hayvan üretkenliği açısından çok önemli olduğunu ortaya koymuştur (Rochfort ve ark., 2008, Patra ve ark., 2006, Lee ve ark., 2017). Bazı araştırmacılar bu maddelerin hayvanlarda, yem alımını ve verimini arttırdığını vurgularken (Dohi ve ark., 1997; Robbins, 2003), farklı araştırmacılar ise bu bileşiklerin antioksidan ve antimikrobiyal etkilere sahip olduğunu belirtmektedir (Santos Neto ve ark., 2009; Frozza ve ark., 2013). Flavonoidler ile fenolik bileşikler, rumen fermantasyonu, şişkinlik ve asidoz gibi beslenme streslerini kontrol altına alırken (Seradj ve ark., 2014; Paula ve ark., 2016), bitkilerin bünyesinde bulunan kondanse tanenlerin ise rumenden salınan metan gazı üretici organizmaları engellediği ve sera gazı salınımını azalttığı bilinmektedir (Martin ve ark., 2016). Nitekim küresel ısınmanın 1/4'ü ruminantların sindirim sisteminde üretilen ve doğaya salınan metan gazından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Lascano ve Cardenas, 2010). Ayrıca kondanse tanenler antihelmintik etki göstererek hayvan iç parazitlerini azaltmakta ve hayvanlarda verim artışı sağlamaktadır (Lüscher ve ark., 2016).

Bu çalışmada, Bilecik doğal florasından toplanan aktaş yoncası genotiplerinin antioksidan özellikleri ile kondanse tanen içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada bitkisel materyal olarak, Bilecik ili doğal florasından 2019 yılı Ağustos ayı içerisinde toplanan 17 adet aktaş yoncası (*Melilotus alba* Desr.) kullanılmıştır (Şekil ve Çizelge 1).



Şekil 1. Bilecik ili ve ilçeleri (Anonim, 2021).

Figure 1. Bilecik province and districts.

Çizelge 1. Aktaş yoncası genotiplerinin toplandığı yerlere ait coğrafi bilgiler.

Table 1. Geographical information of the places where white sweet clover genotypes were collected.

İlçe	Toplama yeri	Kısa ismi	Lokalite		Yükseklik (m)
			Kuzey	Doğu	
Merkez	Abbaslık-1	Ab-1	40° 7' 25.50"	29° 58' 40"	432
Merkez	Abbaslık-2	Ab-2	40° 7' 14.13"	29° 58' 38.49"	450
Pazaryeri	Pazaryeri-1	Pz-1	39° 59' 58.78"	29° 53' 16.44"	800
Pazaryeri	Pazaryeri-2	Pz-2	40° 0' 41.88"	29° 53' 2.74"	793
Pazaryeri	Bozcaarmut-1	Ba-1	39° 55' 47.63"	29° 47' 8.87"	972
Pazaryeri	Bozcaarmut-2	Ba-2	39° 55' 28.54"	29° 47' 20.47"	950
Bozüyük	Bozüyük-1	Bz-1	39° 53' 40.65"	29° 51' 15.41"	854
Bozüyük	Bozüyük-2	Bz-2	39° 55' 28.18"	30° 2' 45.53"	910
Bozüyük	Dodurga	Dd	39° 47' 30.94"	29° 56' 20.96"	1100
Gölpazarı	Karaağaç	Ka	39° 51' 22.47"	30° 0' 22.34"	876
Bozüyük	Ormangözüle	Og	29° 53' 20.21"	29° 55' 21.16"	800
Bozüyük	Günyarık	Gy	39° 57' 56.92"	30° 7' 8.19"	1030
Söğüt	Söğüt	St	40° 1' 29.55"	30° 9' 49.05"	645
İnhisar	İnhisar	İh	40° 4' 38.78"	30° 17' 32.68"	160
Söğüt	Akçasu	As	40° 5' 27.21"	30° 18' 9.49"	326
Söğüt	Hamitabat	Ht	40° 6' 2.24"	30° 12' 59.07"	158
Söğüt	Küre	Kr	40° 4' 48.02"	30° 7' 47.16"	450

Genotiplerin toplanmasında Tan (1992)'ın belirttiği esaslar dikkate alınmıştır. Buna göre, toplama çalışması iki durak arasında en az 8 km mesafe olacak ve durak alanı 5 dekarı geçmeyecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Aktaş yoncaları yol kenarlarında oldukça yoğun bulunmaktadır. Bu nedenle, toplama işlemi ilk etapta yola yakın yerlerde, daha sonra yola uzak doğal alanlarda yapılmıştır. Bitkiler araziden çiçeklenme döneminde ve aynı alandan 3 tekrar olarak toplanmıştır.

Toplanan bitkiler kese kâğıdına konulduktan sonra Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Laboratuvarına getirilmiştir. Daha sonra bu örnekler etüve konularak 60 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve 1 mm çapındaki değirmende öğütülerek analizler için hazır hale getirilmiştir.

Toplam Fenolik İçeriğinin Belirlenmesi

Örneklerin toplam fenolik madde içeriklerinin tespiti Singleton ve Rossi (1965) tarafından önerilen metotta kısmi modifikasyonlar uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre, optimize edilmiş solvent karışımı ile elde edilen sıvı ekstraktan 0.2 mL alınarak ve üzerine 1.8 mL saf su 1 mL seyreltilmiş (1:10) Folin Ciocalteu ayırıcı eklenmiştir. 5 dk süre sonunda örnekler 2 mL %2'lik Na₂CO₃ ilave edilerek tüplerin ağızları sıkıca kapatılıp vortekslendikten sonra karanlık ortamda 2 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda örneklerin absorbans değerleri spektrofotometre ile (UV-1700, Shimadzu, Japonya) köre karşı okunmuş ve toplam fenolik madde miktarları önceden hazırlanmış olan gallik asit standart eğrisi kullanılarak (20-40-60-80-100-250-500 ppm konsantrasyonda 7 adet gallik asit standardı ile hazırlanmış) mg GAE g⁻¹ kuru örnek olarak hesaplanmıştır.

Toplam Flavonoid İçeriğinin Belirlenmesi

Quercetin stok çözeltisi 200 mg L⁻¹ konsantrasyonda hazırlanmış ve bu konsantrasyondan seyreltme ile beş farklı konsantrasyon elde edilmiştir. Bitki ekstraktları 1 mL %2'lik AlCl₃ ile karıştırılarak oda koşullarında 10 dakika bekletilmiştir. Numuneler absorbans değerleri spektrofotometre ile 415 nm'de okunmuştur. Aynı işlemler standart Quercetin için de yapılarak örneklerin flavonoid içerikleri Quercetin eşdeğeri (mg QE g⁻¹) olarak hesaplanmıştır (Arvouet-Grand ve ark., 1994).

Radikal Kovucu Aktivitelerin (DPPH) Belirlenmesi

Örneklerin radikal kovucu aktivitesi Fallar ve Fialho (2009) tarafından önerilen metot yardımıyla tespit edilmiştir. Buna göre, deney tüpünde bulunan 0.1 mL ekstrakt, 3.9 ml DPPH (Sigma, ABD) solüsyonu (0.1 mM ve %80'lik metanolde hazırlanmış) ile karıştırılarak, alüminyum folyo ile kaplanmış ve karanlık bir ortamda 30 dakika süreyle bekletilmiştir. Süre sonunda deney tüplerinin absorbans değerleri, metanol ile sıfırlanmış UV-Vis spektrofotometrede 517 nm'de okunarak belirlenmiştir. Örneklerin DPPH radikalini kovucu aktivitesi, %inhibisyon olarak aşağıda verilen formül vasıtasıyla hesaplanmıştır (1).

$$\%Inhibisyon = \frac{[(Abskontrol - Absekrakt) / Abskontrol]}{(1)} \quad (1)$$

Ekstrakte Edilebilir Kondanse Tanenlerin Belirlenmesi

0.01 gr örnek tartılarak üzerine 6 ml tanen çözeltisi (1.5 mL Bütanol-HCl ayracı, 250 µL tanen ekstraktı, 50 µL Fe Cl₃ çözeltisi) dökülmüş ve bir tüpe konularak vortexte karıştırılmıştır. Test tüpünün ağzı sıkıca kapatılıp 1 saat 100 °C de tutulmuş ve örnekler soğutulmuştur. Daha sonra örnekler spektrofotometrede 550 nm absorbans değerinde okutulmuştur (Bate-Smith,1975)(2). Absorbans değerleri belirlenen örneklerin kondanse tanen içerikleri ise aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$Kondanse\ tanen = \frac{Asorbans(550nm \times 156,5 \times seyreltme\ faktörü)}{Kuru\ ağırlık\ (\%)} \quad (2)$$

Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen sonuçlar SAS paket programı kullanılarak iki yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bilecik ili doğal florasından toplanan 17 adet aktaş yoncası genotiplerinin toplam fenolik, toplam flavonoid, DPPH ve kondanse tanen içerikleri ile bu özelliklere ait ortalama, en düşük, en yüksek, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Genotiplerin toplam fenolik, toplam flavonoid, DPPH kondanse tanen içeriklerinin ortalama değerleri sırasıyla 3.901 mg GA g⁻¹, 17.962 mg QE g⁻¹, %26.523 ve %0.611 olarak belirlenmiştir. Söz konusu özelliklerin varyasyon katsayıları ise sırasıyla %2.50, %4.33, %3.33 ve %4.30 olmuştur.

Çizelge 2. Aktaş yoncasına ait toplam fenolik, flavonoid, DPPH ve kondanse tanen içerikleri.

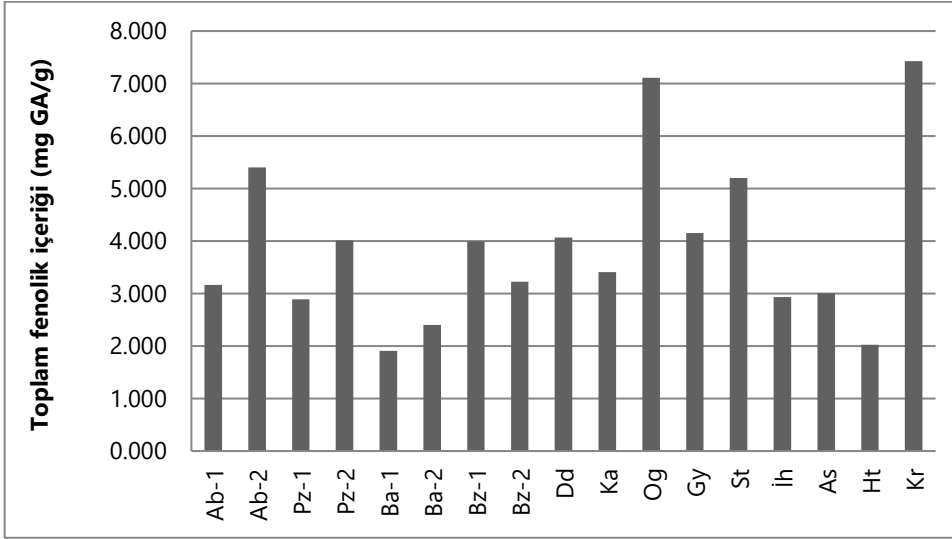
Table 2. Total phenolic, flavonoid, DPPH and condensed tannin contents of white sweet clover.

Genotipler	Toplam fenolik (mg GA g ⁻¹)	Toplam flavonoid (mg QE g ⁻¹)	DPPH (%)	Kondanse tanen (%)
Abbaslık-1	3.163	25.621	22.305	0.613
Abbaslık-2	5.400	20.459	26.512	0.886
Pazaryeri-1	2.891	17.768	27.607	0.660
Pazaryeri-2	4.015	13.444	42.638	0.401
Bozcaarmut-1	1.909	9.900	19.369	0.734
Bozcaarmut-2	2.400	10.238	19.325	0.553
Bozüyük-1	3.997	18.797	20.771	0.821
Bozüyük-2	3.225	17.974	19.895	0.372
Dodurga	4.069	18.474	30.368	0.722
Karaağaç	3.409	23.679	34.794	0.763
Ormangüzle	7.111	18.885	43.909	0.594
Günyarık	4.151	14.694	23.120	0.623
Söğüt	5.198	16.282	20.684	0.504
İnhisar	2.934	20.341	24.803	0.650
Akçasu	3.006	20.400	22.699	0.483
Hamitabat	2.024	16.650	18.054	0.559
Küre	7.427	21.753	34.049	0.448
Ortalama	3.901	17.962	26.523	0.611
En düşük	1.868	9.900	13.590	0.266
En yüksek	7.489	25.640	44.789	0.897
Standart sapma	1.559	4.140	7.961	0.142
Varyasyon katsayısı (%)	2.50	4.33	3.33	4.30

DPPH: Radikal kovucu aktivite.

Toplam Fenolik

Aktaş yoncalarına ait toplam fenolik içerikleri Şekil 2’de verilmiştir. En yüksek fenolik içeriği 7.427 mg GA g⁻¹ ile Küre, en düşük ise 1.909 mg GA g⁻¹ ile Bozcaarmut-1 lokasyonundan elde edilmiştir. Fenolik bileşikler bitkilerin hayatlarını devam ettirebilmelerini sağlayan enerji kaynağıdır. Özellikle stres koşullarında bitkiler sentezledikleri fenolik bileşikler ile gelişimine devam ederken, olumsuz iklim şartlarına karşı da dayanıklılığını arttırmış olur (Mammadov, 2014). Kuhn ve ark. (2014) yemlerde bulunan fenolik bileşiklerin hayvan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahip olduğunu ve hayvansal ürünlerin verim ve kalitesini arttırdığını bildirmektedir. O’Connell ve Fox (2001) fenolik bileşiklerin süt ve süt ürünlerin tadına katkıda bulunduğunu vurgulamıştır. Al-Snafi (2020) sarı taş yoncasında (*Melilotus officinalis* L.) toplam fenolik içeriğinin 19.66 mg GA g⁻¹ olduğunu bildirmiştir. Farklılıkların genetik özelliklerden kaynakladığı tahmin edilmektedir.

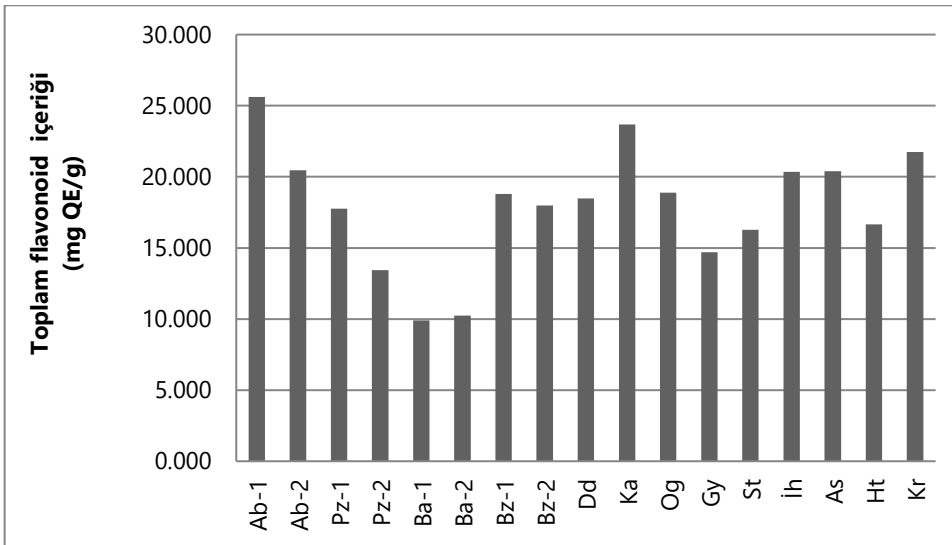


Şekil 2. Aktaş yoncalarına ait toplam fenolik içeriği (mg GA g⁻¹).

Figure 2. Total phenolic content of white sweet clover.

Toplam Flavonoid

Bilecik ili doğal florasından toplanan aktaş yoncası genotiplerinin toplam flavonoid içeriği 9.900-25.621 mg QE g⁻¹ arasında değişirken, en yüksek toplam flavonoid içeriği Abbaslık-1, en düşük ise Bozcaarmut-1 lokasyonundan elde edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Aktaş yoncalarına ait toplam flavonoid içeriği (mg QE g⁻¹).

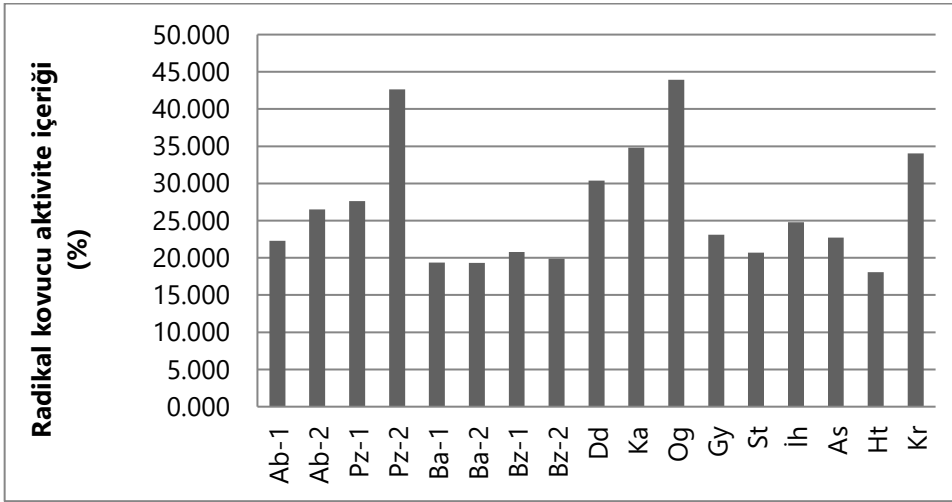
Figure 3. Total flavonoid content of white sweet clovers.

Flavonoidler bitkilerde tozlaşmaya yardımcı olmak, çevresel stres etmenlerine karşı direnç oluşturmak ve hücre büyümesini düzenlemek gibi farklı rollere sahiptir (Kumar ve Pandey, 2013; Xiao ve ark., 2013; Zhan ve ark., 2017). Diğer taraftan flavonoidlerin, antimikrobiyal ve antioksidatif özelliklerinden dolayı hayvan sağlığı üzerinde olumlu

etkisi bulunurken, hayvansal ürünlerin de kalitesini artırmaktadır (Ahmadipour ve ark., 2015; Ahmadipour ve ark., 2017). Sonju ve ark. (2017) küçük taş yoncası (*Melilotus indica*) bitkisinde farklı ekstraksiyon yöntemleri ile belirledikleri toplam flavonoid içeriğinin 0.63-1.18 mg QE g⁻¹ arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmada belirlenen toplam flavonoid içerikleri Sonju ve ark. (2017)'nin bulgularından yüksek olmuştur. Bu durumun ise genotipik özelliklerden ve toplama alanlarının farklı olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Radikal Kovucu Aktivite (DPPH)

En yüksek radikal kovucu aktivite değeri %43.909 ile Ormangüzle, en düşük ise %18.054 ile Hamitabat lokasyonundan elde edilmiştir (Şekil 4). DPPH, bitkilerin antioksidan özelliklerinin değerlendirilmesinde en önemli yöntemlerden biridir. Antioksidanların hem insan hem de hayvansal hastalıkların önlenmesinde çok önemli etkileri vardır. Son zamanlarda araştırmacılar antioksidanların rumen sağlığı üzerindeki etkilerini araştırmak için yem bitkilerinin antioksidan içerikleri üzerinde yoğun çalışmalar başlatmışlardır (Xing-zhou ve ark., 2018). Sonju ve ark. (2017) küçük taş yoncasında (*Melilotus indica*) DPPH içeriğini %0.085, Mladenović ve ark. (2016) sarı taş yoncasında %11.72-93.59 arasında, Heydari ve ark. (2015) ise mürdümükte %0.0035-0.0057 arasında olduğunu bildirmiştir. Söz konusu araştırmacı ile mevcut çalışma arasındaki farklılıklar genetik çeşitlilikten kaynaklanmış olabilir.

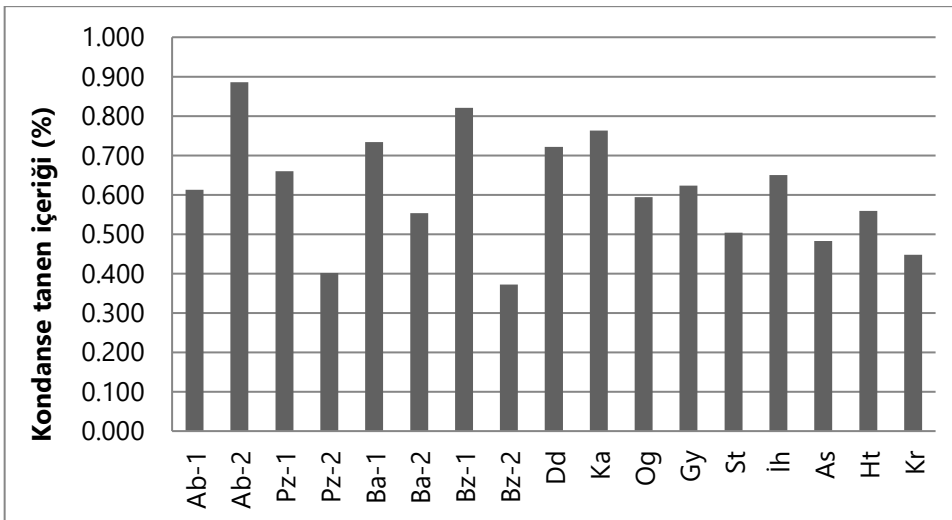


Şekil 4. Aktaş yoncalarına ait DPPH içeriği (%).

Figure 4. DPPH content of white sweet clovers

Kondanse Tanen

En yüksek kondanse tanen içeriği %0.886 ile Abbaslık-2, en düşük ise %0.372 ile Bozüyük-2 lokasyonundan toplanan aktaş yoncası genotiplerinde belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Aktaş yoncalarına ait kondanse tanen içeriği (%).

Figure 5. Condensed tannin content of white sweet clovers.

Ruminant beslemede %2-3 gibi düşük tanen seviyesi, rumendeki protein bozulmasını azalttığı için yararlı bir etkiye sahip olurken (Barry, 1987), yüksek miktardaki tanen seviyesi ise protein sindirimi ile birlikte mikrobiyal ve enzim faaliyetlerini olumsuz şekilde etkilemektedir (Kumar ve Singh, 1984). Çalışmada aktaş yoncalarının tamamının tanen içeriği %1'nin altında olmuştur. Kökten ve ark. (2017) farklı meşe türlerine ait kondanse tanen içeriğini %0.21-1.45, Yıldız ve ark. (2021) ise yabancı armut ve kavak ağaçlarından farklı zamanlarda topladıkları ökse otunun kondanse tanen içeriğini %0.882-1.086 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bal ve ark. (2006) korunganın farklı olgunluk dönemlerine (vegetatif, çiçeklenme ve geç olgunluk dönemi) ait kondanse tanen içeriklerini sırasıyla %10.51, %6.96 ve %4.26 olduğunu bildirmiştir.

SONUÇ

Yem bitkilerinde kalite, bitki türüne, besin içeriğine ve hayvanlar tarafından tüketilme isteğine göre değişebilmektedir. Nitekim yemin kalitesi hayvansal ürüne dönüşebilme oranı ile doğru orantılıdır. Diğer taraftan son yıllarda üreticilerin hayvan sağlığı ve beslenmesi üzerinde daha bilinçli hale geldiği ve bu bilincin arkasında ise antioksidanların etkisinin olduğu bilinmektedir. Antioksidanlar hayvanlarda oksidatif stresi önlerken, hayvansal ürünlerin kalitesini de doğrudan etkilemektedir. Bu çalışmada, Bilecik ili doğal florasından toplanan aktaş yoncası genotiplerinin, toplam fenolik, toplam flavonoid, radikal kovucu aktivite ve kondanse tanen içerikleri belirlenmiş olup, genotiplerin söz konusu içerikler bakımından zengin olduğu görülmüştür. Ayrıca hem bölge hem de ülkemiz doğal florasında oldukça yaygın bulunan aktaş yoncası genotiplerinde belirlenen bu bileşikler hayvan sağlığı ve beslenmesi açısından yeterli olup, ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Dördüncü ve beşinci yazar bitki materyalinin toplanmasına ve makalenin yazılmasına, ilk üç yazar ise laboratuvar çalışmalarına katkı sunmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya maddi destek sağlayan, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkür ederiz. (2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı (Başvuru numarası: 1919B012002821 ve 1919B011903472).

KAYNAKLAR

- Ahmadipour, B., Hassanpour, H., Asadi, E., Khajali, F., Rafiei, F., & Khajali, F. (2015) *Kelussia odoratissima* Mozzaf– A promising medicinal herb to prevent pulmonary hypertension in broiler chickens reared at high altitude. *Journal of Ethnopharmacology*, 159, 49-54.
- Ahmadipour, B., Kalantar, M., Hosseini, S. M., Yang, L. G., Kalantar, M. H., Raza, S. H. A., & Schreus, N. M. (2017) Hawthorn (*Crataegus oxyacantha*) Extract in the Drinking Water of Broilers on Growth and Incidence of Pulmonary Hypertension Syndrome (PHS). *Brazilian Journal of Poultry Science*, 19(4), 639-644.
- Al-Snafi, A. E. (2020). Phenolics and flavonoids contents of medicinal plants, as natural ingredients for many therapeutic purposes- A review. *The International Organization of Scientific Research Journal Of Pharmacy*, 10(7), 42-81.
- Anonim. (2021). Bilecik ili haritası. <https://tr.pinterest.com/pin/629941066623287479/>. Erişim tarihi: 10 Mayıs 2021.
- Arvouet-Grand, A., Vennat, B., Pourrat, A., & Legret, P. (1994). Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. *Journal de pharmacie de Belgique*, 49, 462-468.
- Bal, M. A., Ozturk, D., Aydin, R., Erol, A., Ozkan, C. O., Ata, M., Karakas, E., & Karabay, P. (2006). Nutritive value of sainfoin (*Onobrychis viciaefolia*) harvested at different maturity stages. *Journal of Biological Science*, 9, 205-209.
- Barry, T. N. (1987). *Secondary compounds of forages*. In J. B. Hacker, & J. H. Ternouth (Eds.), *Nutrition of Herbivores* (pp. 91-120). Sydney, Academic Press.
- Bate-Smith, E. C. (1975). Phytochemistry of proanthocyanidins. *Phytochemistry*, 14, 1107-1113.

- Dohi, H., Yamada, A., & Fukukawa, T. (1997). Intake stimulants in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) fed to sheep. *Journal of Dairy Science*, 80, 2083–2086.
- Faller, A., & Fialho, E. (2009). The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking. *Food Research International*, 42, 210-215.
- Frezza, C. O. S., Garcia, C. S. C., Gambato, G., De Souza, M. D., Salvador, M., Moura, S., Padilha, F. F., Seixas, F. K., Collares, T., Borsuk, S., Dellagostin, O. A., Henriques, J. A., & Roesch-Ely, M. (2013). Chemical characterization, antioxidant and cytotoxic activities of Brazilian red propolis. *Food and Chemical Toxicology*, 52, 137-142.
- Heydari, H., Saltan, G., Bahadır Açıkara, Ö., Yılmaz, S., Çoban, T., & Tekin, M. (2015). Antioxidant activity of five *Lathyrus* L. species growing in Turkey. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 12(3), 369-376.
- Kuhnen, S., Moacyr, J. R., Mayer, J. K., Navarro, B. B., Trevisan, R., Honorato, L. A., Maraschin, M., & Pinheiro Machado Filho, L. C. (2014). Phenolic content and ferric reducing-antioxidant power of cow's milk produced in different pasture-based production systems in southern Brazil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 3110–3117.
- Kökten, K., Kaplan, M., Turan, V., Kale, H., Çağan, E., Kardeş, Y. M., Tutar, H., & Tal, E. (2017). *Farklı meşe palamudu türlerinin (Quercus sp.) hayvan besleme özellikleri*. 12. Tarla Bitkileri Kongresi, Kahramanmaraş.
- Kumar, R., & Singh, M. (1984). Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 32, 447- 453.
- Kumar, S., & Pandey, A. K. (2013) Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. *The Scientific World Journal, Article*, 162750. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/162750>
- Lee, S. H. Y., Humphries, D. J., Cockman, D. A., Givens, D. I., & Spencer, J. P. E. (2017). Accumulation of citrus flavanones in bovine milk following citrus pulp incorporation into the diet of dairy cows. *EC Nutrition*, 7(4), 143-154.
- Lascano, C. E., & Cárdenas, E. (2010). Alternatives for methane emission mitigation in livestock systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 175-182.
- Lüscher, A., Suter, M., & Finn, J. A. (2016). Legumes and grasses in mixtures complement each other ideally for sustainable forage production. *The journal of the International Legume Society*, 12, 8-10.
- Mammadov, R. (2014). *Tohumlu Bitkilerde Sekonder Metabolitler*. Nobel Akademik Yayıncılık ve Eğitim Danışmanlık Ticaret Limited Şirketi Yayınları, Yayın No: 20779, Ankara.
- Martin, C., Copani, G., & Niderkorn, V. (2016). Impacts of forage legumes on intake, digestion and methane emissions in ruminants. *The journal of the International Legume Society*, 12, 24-25.
- Mladenović, K. G., Muruzović, M. Ž., Stefanović, O. D., Vasic Ljiljana, S. M., & Čomić, R. (2016). Antimicrobial, Antioxidant and Antibiofilm Activity of Extracts of *Melilotus Officinalis* (L.) Pall. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 26(5), 1436-1444.
- Mueggler, W. F., & Stewart, W. L. (1978). Grassland and shrubland habitat types of western Montana. Gen. Tech. Rep. INT-66. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- O'Connell, J. E., & Fox, P. F. (2001). Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. *International Dairy Journal*, 11, 103–120.
- Patra, A. K., Kamra, D. N., & Agarwal, N. (2006). Effect of plant extracts on in vitro methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of buffalo. *Animal Feed Science and Technology*, 128(3-4), 276–291.
- Paula, E. M., Samensari, R. B., Machado, E., Pereira, L. M., & Maia, F. J. (2016). Effects of phenolic compounds on ruminal protozoa population, ruminal fermentation, and digestion in water buffaloes. *Livestock Science*, 185, 136-41.
- Robbins, R. J. (2003). Phenolic acids in foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 2866–2887.
- Rochfort, S., Parker, A. J., & Dunshea, F. R. (2008). Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytochemistry*, 69(2), 299–322.
- Santos Neto, T. M., Mota, R. A., Silva, L. B. G., Viana, D. A., Lima-Filho, J. L., Sarubbo, L. A., Converti, A., & Porto, A. L. F. (2009). Susceptibility of *Staphylococcus* spp. isolated from milk of goats with mastitis to antibiotics and green propolis extracts. *Letters in Drug Design & Discovery*, 6, 63-68.
- Seradj, A. R., Abecia, L., Crespo, J., Villalba, D., Fondevila, M., & Balcells, J. (2014). The effect of bioflavex and its pure flavonoid components on in vitro fermentation parameters and methane production in rumen fluid from steers given high concentrate diets. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 85-91.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.

- Sonju, J. J., Islam, M. D. F., Sutradhar, K., & Akter, T. (2017). Analysis of phytochemical, antioxidant and microbial property of various extracts of the plant melilotus Indica. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 6(4), 29-47.
- Tan, A. (1992). Türkiye'deki bitkisel çeşitlilik ve bitki genetik kaynakları. *Anadolu Dergisi*, 2, 50-64.
- Wheeler, T., & Reynolds, C. (2013). Predicting the risks from climate change to forage and crop production for animal feed. *Animal Frontiers*, 1, 36-41.
- Xiao, J., Kai, G., Yamamoto, K., & Chen, X. (2013) Advance in dietary polyphenols as α -glucosidases inhibitors: a review on structure-activity relationship aspect. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(8), 818-836.
- Xing-zhou, T., Paengkoum, P., Paengkoum, S., Thongpea, S., & Chao, B. (2018). *Journal of Integrative Agriculture*, 17(9), 2082-2095.
- Yıldız, B., Öztürk, Y. E., Kardeş, Y. M., Mut, H., & Gülümser, E. (2021). Kaba Yem olarak değerlendirilen ökse otunun antioksidan özellikleri ve kondanse tanen içeriklerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36, 132-137.
- Zhan, J., Liu, M., Su, X., Zhan, K., Zhang, C., & Zhao, G. (2017). Effects of alfalfa flavonoids on the production performance, immune system, and ruminal fermentation of dairy cows. *Archive of Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(10), 1416-1424.



Research Article

Effects of Thidiazuran and Zeatin on Plant Regeneration in *Helichrysum pallasii*

Emine Yurteri* , Merve Aksu , Haydar Küplemez ,
Aysel Özcan , Fatih Seyis 

Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Recep Tayyip Erdogan University, Rize, Turkey

Received: 01.06.2021

Accepted: 06.09.2021

Keywords:

Immortal flower,
micropropagation, tissue
culture, thidiazuran, zeatin

Abstract. The genus of *Helichrysum* comprises many species which have therapeutical effects and used in folk medicine. *H. pallasii* is one of these species, used in the region for traditional medicine and ornamental purposes. Therefore, optimizing alternative micropropagation protocols of tissue culture conditions and secondary metabolite production for these species needs attention. The effect of Thidiazuran (TDZ) combined with Zeatin (ZEA) on shoot regeneration in *H. pallasii* was investigated during this study. The leaf, stem and root parts taken from the seedling germinated under *in vitro* conditions were used as explants. As a result, the root explants were more efficient compared to other explants in inducing plant regeneration using 1 mg L⁻¹ Thidiazuran (TDZ) + 0.1 mg L⁻¹ Zeatin (ZEA) (88.9%) and 1 mg L⁻¹ TDZ treatment (85.7%). The lowest plant regeneration percentage (16.7%) was found in control medium using leaf explants.

*Corresponding author

emine.yurteri@erdogan.edu.tr

Thidiazuron ve Zeatin'in *Helichrysum pallasii*'de Bitki Rejenerasyonuna Etkisi

Anahtar kelimeler:

Ölmez çiçek, mikro çoğaltım,
doku kültürü, thidiazuran,
zeatin

Özet. *Helichrysum* cinsi, tedavi edici etkileri olan ve halk hekimliğinde kullanılan birçok türü içermektedir. *H. pallasii* yörede geleneksel tıp ve süs amaçlı kullanılan bu türlerden bir tanesidir. Bu nedenle, bu türler için doku kültüründe alternatif mikroçoğaltım protokollerinin ve sekonder metabolit üretiminin optimize edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Zeatin (ZEA) ile kombine edilmiş Thidiazuron (TDZ)'nin *H. pallasii*'de sürgün rejenerasyonu üzerine etkileri incelenmiştir. *In vitro* koşullarda çimlendirilen bitkiciklerden alınan yaprak, gövde ve kök kısımları eksplant olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak, en yüksek bitki rejenerasyonu kök eksplantlarına uygulanan 1 mg L⁻¹ Thidiazuron (TDZ) + 0.1 mg L⁻¹ Zeatin (ZEA) (%88.9) ve 1 mg L⁻¹ TDZ (%85.7) uygulamalarından elde edilmiştir. En düşük bitki rejenerasyon yüzdesi (%16.7) ise yaprak eksplantları kullanılan kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

INTRODUCTION

Plants have been used in the treatment in folk medicines since the earliest times of human history (Cragg et al., 1993; Farnsworth, 1993; Eröztürk, 2000). Chemical composition of plants, antimicrobial and other medicinal properties of plants are being investigated in laboratories throughout the world (Nigg and Segler, 1992; Baytop, 1986, Dordevic et al., 2013; Ghasemi Pirbalouti et al., 2013, Rossi et al., 2013; Kalogeropoulos et al., 2014). The extracts and essential oils derived from medicinal plants (Li et al., 2013; Machado et al., 2013; Quassinti et al., 2013) are known to display antibacterial and antifungal effects (Soković et al., 2002) and antimicrobial activities (Olmedo et al., 2014) which are the basis for many applications such as nutrient preservation, pharmacy, alternative medicine and natural therapy. Immortal flower, which is called "*Helichrysum pallasii*" is a plant of European origin and is widely used for herbal treatment in Turkey (Davis, 1975; Davis, 1988; Lawrence, 1998; Guner et al., 2000; Sumbul et al., 2003; Angioni et al., 2003; Appendino et al., 2007). It is necessary to investigate the methods of rapid plant reproduction that can contribute to both the economy of the country and region. Quality products and drugs are one of the aims in breeding and breeding studies and especially in pharmaceutical and spice plants. Important support should be provided for the collection, characterization and registration of genetic material in the area of field crops in Turkey. Therefore, this study aimed to develop a regeneration protocol for the immortal flower using different explants under tissue culture conditions.

MATERIAL AND METHOD

Plant Material

The characterization of collected plant samples was done by Prof. Dr. Serdar Makbul, Faculty of Science, Recep Tayyip Erdogan University in Rize. The seeds of *H. pallasii* were collected from its natural habitat in the Armutlu district of Bayburt province (Turkey) (Figure 1).



Figure 1. General view of immortal plant (*H. pallasii*) during the seed filling stage.

Şekil 1. Ölmez çiçek (*H. pallasii*)'nin tohum doldurma döneminde görünümü.

Sterilization and Germination

Mature seeds of *H. pallasii* were exposed to 70% ethanol for 5 minutes for pre-sterilization. Thereafter, the seeds were treated with Tween-40 for 10 minutes. Sterilization was carried out with 20% commercial bleach (Domestos) for 10 minutes. Then, seeds were rinsed in sterile distilled water for 3×5 min. In order to ensure a high percentage of germination, the seeds were planted on MS medium (Murashige and Skoog, 1962), fortified with 30 g L⁻¹ sucrose and 7.5 g L⁻¹ agar.

Plant Growth Regulators and Incubation Conditions

MS medium was used as control treatment. (S1), 1 mg L⁻¹ Thidiazuran (TDZ) (S2) and 1 mg L⁻¹ TDZ + 0.1 Zeatin (S3) were used for regeneration purpose. Regenerated shoots were placed into rooting media supplemented with 1 mg L⁻¹ IAA. The explants were cultured under two different incubation conditions of 16 hours light and 8 hours dark conditions at 26 °C, 300 lux light source in growth chamber and dark condition at 26 °C.

Data Analysis

In order to reduce the dimensional variation problems in multivariate analysis is the first step is the transformation of obtained variables into a number of new and uncorrelated variables, which are called principal component (Mebatsion et al., 2012). Calculated each component corresponds to a percentage of the total variance in the present data set an allows to visualize the characteristic supporting to the differentiation of investigated material. PCA analysis was performed to clarify the relationship between investigated data and principal component analysis (PCA) to elucidate their relationships using the statistical software package XLSTAT2020.

RESULTS AND DISCUSSION

As explained in Material Methods, seeds of *H. pallasii* were surface sterilized and cultured on MS medium (Figure 2). The surface sterilization and regeneration on MS medium containing different concentrations of plant growth regulators on roots, stem and leaf explants was successful (Figure 2).

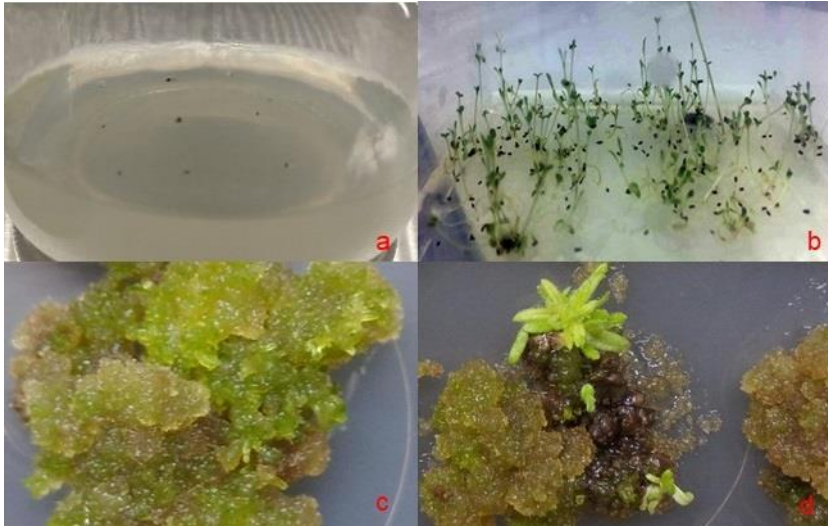


Figure 2. Regeneration of *H. pallasii* under tissue culture conditions; (a) culture of seeds to obtain seedlings, (b) seedlings, (c) callus regeneration and (d) shoot regeneration.

Şekil 2. *H. pallasii*' nin doku kültürü rejenerasyonu; (a) bitkicik eldesi için tohum kültürü (b) bitkicikler, (c) kallis rejenerasyonu, (d) sürgün rejenerasyonu.

The explants showed variable induction of callus and shoot regeneration (Figure 2a-d)

Callus Regeneration

The highest callus induction percentage (87.5%) was noted on the root explants cultured on S3 medium; while the lowest Callus induction (40%) was determined on S1 medium from the same explant. The highest callus regeneration percentage of 81.3% on stem explant was noted on S2 medium while the lowest percentage of callusing on the explant was noted on S1 medium (35.7%). The highest (51.7%) and the lowest (24%) callus regeneration percentage on leaf explants was noted on S3 medium and S1 medium in the same order (Figure 3, Table 1).

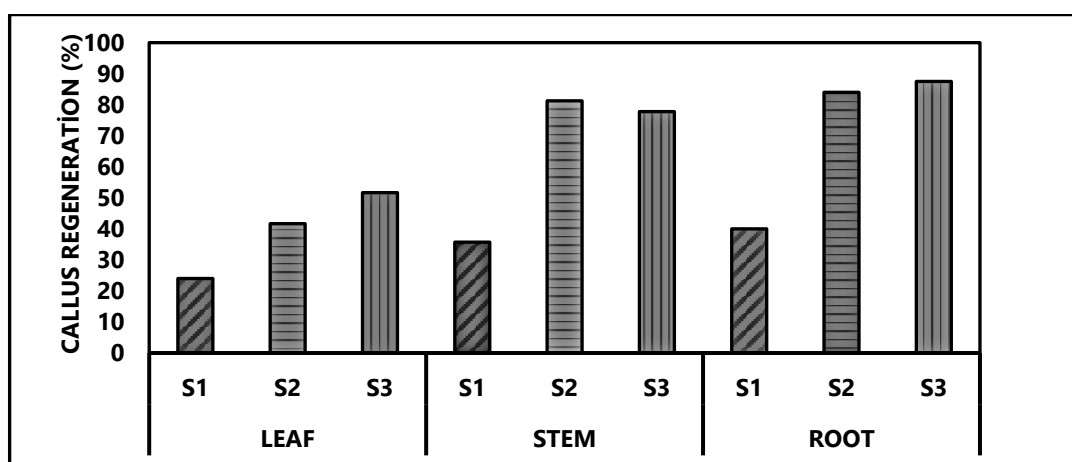


Figure 3. Percentage of regenerated callus obtained from different explant parts using TDZ, TDZ and Zeatin.

Şekil 3. TDZ, TDZ and Zeatin kullanılarak farklı eksplant kaynaklarından elde edilen % callus rejenerasyonu.

Table 1. Effects of different PGRs treatments on leaf, stem and root explants of *H. pallasii*.

Çizelge 1. Farklı bitki büyüme düzenleyicilerinin *H. pallasii* de yaprak, gövde ve kök eksplantlarına etkisi.

Explant part	Medium	Number of explants	Number of callus	Number of regenerated plants	Callus regeneration (%)	Plant regeneration (%)
Leaf	S1	50	12	2	24.0	16.7
	S2	60	25	15	41.7	60.0
	S3	60	31	18	51.7	58.1
Stem	S1	70	25	11	35.7	44.0
	S2	80	65	53	81.3	81.5
	S3	90	70	61	77.8	87.1
Root	S1	40	16	8	40.0	50.0
	S2	50	42	36	84.0	85.7
	S3	40	45	40	87.5	88.9

(S1 (Control), S2 (1 mg L⁻¹ Thidiazuran) and S3 (1 mg L⁻¹ Thidiazuran + 0.1 mg L⁻¹ Zeatin).

These results are in agreement with Perrini *et al.* (2009), reporting that TDZ concentrations (0.1 Mg L⁻¹ to 2 Mg L⁻¹) were effective in callus regeneration in *H. italicum*.

Plant Regeneration

Plant regeneration percentages were highest in root explants. In root explants the highest plant regeneration percentage was determined as 88.9 % in S3 medium (Figure 4, Table 1).

The highest percentage of plant regeneration was found on S3 medium as 87.1%, when using stem explants. The lowest plant regeneration (16.7%) was observed on S1 medium using leaf explants. The highest rate of plant regeneration (60.0%) using leaf explants was observed on S2 medium (Figure 4, Table 1). All regenerated plants were obtained from callus.

Plant regeneration was encouraged by using 0.1 mg L⁻¹ zeatin combined with 1 Mg L⁻¹ TDZ (S3) Giovannini *et al.* (2003) reported that using 0.91 and 4.56 µM zeatin singly was not effective to stimulate organogenesis. They reported that a combination of zeatin with IAA (1 and 0.5 µM) encouraged shoot proliferation in *H. italicum*.

There are no studies regarding the germination and regeneration of plants under *in vitro* conditions from *H. pallasii*. It is well established that the contamination risk among explants obtained from field conditions is very high compared to the explants taken from plantlets grown under greenhouse or *in vitro* conditions. The results of the study show that the seeds of *H. pallasii* are not difficult to germinate. A large number of seeds could be multiplied in short time.

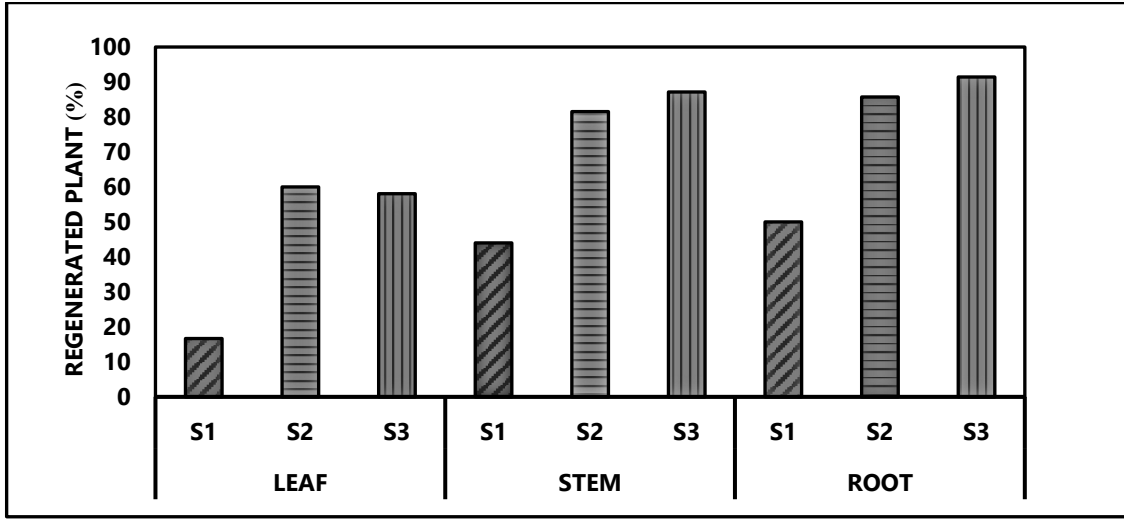


Figure 4. Percentage of regenerated plants taken from different explant parts with TDZ, TDZ and Zeatin.
 Şekil 4. TDZ ve TDZ + Zeatin uygulanan farklı eksplantlardan elde edilen % bitki rejenarasyonu.

As can be also seen in Figure 5, PCA of obtained results from the present study revealed that the root explants cultured on S2 and S3 medium were more effective regarding callus regeneration and plant regeneration and stem explants cultured on S2 and S3 medium were effective in obtaining number of regenerated plants and calli.

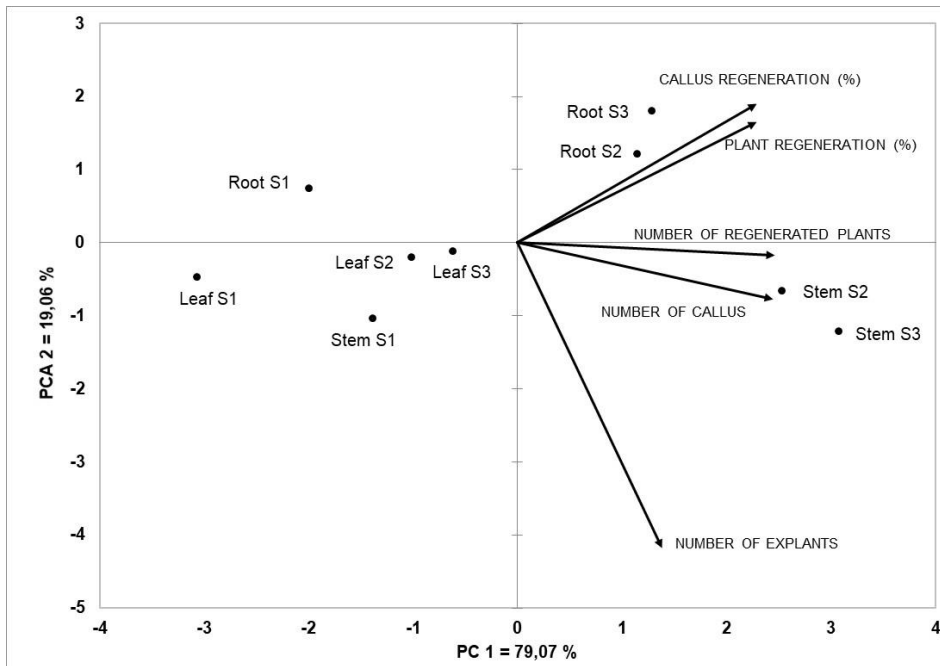


Figure 5. PCA of callus and shoot regeneration of *H. pallasii* tissue culture media containing TDZ, TDZ and Zeatin.

Şekil 5. TDZ ve TDZ + Zeatin içeren besi ortamında yetiştirilen *H. pallasii* bitkisinde kallus ve sürgün rejenarasyonunun Temel Bileşen Analizi.

CONCLUSION

Based on obtained results, it can be said that the highest percentage of regenerated plants was obtained using stem and root explants on S3 medium and using leaf explants on S2 medium. This study, tested the regeneration ability of immortal flower using three different explants successfully that will contribute to the breeding and secondary metabolites studies in future and the current study will be beneficial in terms of reducing the duration of breeding time.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by a TUBİTAK-2209A project.

REFERENCES

- Angioni, A., Barra, A., Arlorio, M., Coisson, J. D., Russo, M. T., Pirisi, F. M., Satta, M., & Cabras, P. (2003). Chemical composition, plant genetic differences, and Antifungal activity of the essential oil of *Helichrysum italicum* G. Don ssp. *microphyllum* (Willd) nym. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(4), 1030-1034.
- Appendino, G., Ottino, M., Marquez, N., Bianchi, F., Giana, A., Ballero, M., Sterner, O., Fiebich, B. L., & Munoz, E. (2007). Arzanol, an anti-inflammatory and Anti-HIV-1 Phloroglucinol α -pyrone from *Helichrysum italicum* ssp. *microphyllum*. *Journal of Natural Products*, 70(4), 608-612.
- Baytop, T. (1986). *Farmakognozi Ders Kitabı*. Cilt I. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:3399, İstanbul.
- Cragg, G. M., Body, M. R., Cardell, N., Grever, J., Schepartz, M., & Spader, K. (1993). *The Role of Plants in the Drug Discovery Program of the US Manipulation*. International Crop Science 1 Maddison, USA: Crop Science Society of America.
- Davis, P. H. (1975). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.
- Davis, P. H., Mill, R. R., & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.
- Đorđević, A., Lazarević, J., Šmelcerović, A., & Stojanović, G. (2013). The case of *Hypericum rochelii* Griseb. and Schenk and *Hypericum umbellatum* A. Kern. essential oils: Chemical composition and antimicrobial activity. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 77, 145-148.
- Eröztürk, N. (2000). *Bir Yudum Sağlık*. Anahtar Kitap Yayınları, İstanbul.
- Farnsworth, N. R. (1993). Ethnopharmacology and future drug development: The North American experience. *Journal of Ethnopharmacology*, 38(2-3), 137-143.
- Ghasemi Pirbalouti, A., Hashemi, M., & Ghahfarokhi, F. T. (2013). Essential oil and chemical compositions of wild and cultivated *Thymus daenensis* Celak and *Thymus vulgaris* L. *Industrial Crops and Products*, 48, 43-48.
- Giovannini, A., Amoretti, M., Savona, M., Di Guardo, A., & Ruffoni, B. (2003). Tissue Culture in *Helichrysum* spp. *Acta Horticulturae*, 616, 339-342.
- Guner, A., Ozhatay, N., Ekim, T., & Baser, K. H. C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.
- Kalogeropoulos, N., Kaliora, A. C., Artemiou, A., & Giogios, I. (2014). Composition, volatile profiles and functional properties of virgin olive oils produced by two-phase vs three-phase centrifugal decanters. *Food Science and Technology*, 58(1), 272-279.
- Lawrence, B. M. (1998). Helichrysum oil and extract. *Perfumer Flavorist*, 23(5), 55-59.
- Li, Y., Kong, D., & Wu, H. (2013). Analysis and evaluation of essential oil components of Cinnamon barks using GC-MS and FTIR spectroscopy. *Industrial Crops and Products*, 41, 269-278
- Machado, D. G., Cunha, M. P., Neis, V. B., Balen, G. O., Colla, A., Bettio, L. E., Oliveira, Á., Pazini, F. L., Dalmarco, J. B., Simionatto, E. L., Pizzolatti, M. G., & Rodrigues, A. L. (2013). Antidepressant-like effects of fractions, essential oil, carnosol and betulinic acid isolated from *Rosmarinus officinalis* L. *Food Chemistry*, 136(2), 999-1005.
- Mebatsion, H., Paliwal, J., & Jayas, D. (2012). Evaluation of variations in the shape of grain types using principal components analysis of the elliptic fourier descriptors. *Computers and Electronics in Agriculture*, 80, 63-70.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497.
- Nigg, H. N., & Seigler, D. (1992). *Phytochemical Resources for Medicine and Agriculture*. Springer, USA.
- Olmedo, R., Nepote, V., & Grosso, N. R. (2014). Antioxidant activity of fractions from oregano essential oils obtained by molecular distillation. *Food Chemistry*, 156, 212-219.
- Perrini, R., Ruta, C., & Morone Fortunato, I. (2009). Regeneration through organogenesis from leaves of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don. *Acta Horticulturae*, 812, 217-222.
- Quassinti, L., Bramucci, M., Lupidi, G., Barboni, L., Ricciutelli, M., Sagratini, G., Papa, F., Caprioli, G., Petrelli, D., Vitali, L. A., Vittori, S., & Maggi, F. (2013). *In vitro* biological activity of essential oils and isolated furanosesquiterpenes from the neglected vegetable *Smyrniolus olusatrum* L. (Apiaceae). *Food Chemistry*, 138(2-3), 808-813.
- Rossi, D., Guerrini, A., Paganetto, G., Bernacchia, G., Conforti, F., Statti, G., Maietti, S., Poppi, I., Tacchini, M., & Sacchetti, G. (2013). *Croton lechleri* Müll. Arg. (Euphorbiaceae) stem bark essential oil as possible mutagen-protective food ingredient against heterocyclic amines from cooked food. *Food Chemistry*, 139(1-4), 439-447.

Soković, M., Tzakou, O., Pitarokili, D., & Couladis, M. (2002). Antifungal activities of selected aromatic plants growing wild in Greece. *Die Nahrung*, 46(5), 317–320.

Sumbul, H., Gokturk, R. S., & Dusen, O. D. (2003). A new endemic species of *Helichrysum* Gaertn. (Asteraceae–Inuleae) from south Anatolia. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141, 251–254.



Research Article

Exploring the Phenotypic Diversity for Seed Mineral Contents in Turkish Faba Bean Germplasm

Muhammad Azhar Nadeem* 

Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Sivas University of Science and Technology, Sivas, Turkey

Received: 08.06.2021

Accepted: 24.10.2021

Keywords:

Vicia faba, malnutrition, biofortification, germplasm characterization, minerals diversity

Abstract. Biofortification emerged as a sustainable approach for the improvement of nutritional contents of food crops through the utilization of plant breeding, transgenic techniques, or agronomic practices. Legumes are serving as the primary source of plant-based protein for millions of people all over the world. Faba bean is an important legume crop having high protein, mineral, and vitamin contents beneficial for human health. The present investigation involved the seed mineral profiling of faba bean germplasm collected from 20 provinces of Turkey. A good range of variations were observed for nitrogen (N) (5.19-7.52%), phosphorus (P) (0.102-0.668), potassium (K) (0.63-2.46), calcium (Ca) (0.50-0.64), magnesium (Mg) (0.230-0.363), iron (Fe) (57.047-145.63), zinc (Zn) (28.76-90.10), copper (Cu) (6.23-32.33) and manganese (Mn) (12.93-45.37) were investigated. Analysis of variance revealed highly significant variance for Fe, Zn and Cu. A highly significant and positive correlation was observed between Zn and Fe contents and should be considered as parents for the development of Fe and Zn enriched faba bean cultivars. Scatter plot analysis revealed Malatya3 and Izmir3 landraces rich in Fe and Zn contents. Principal component analysis (PCA) was performed and the first five PCs accounted for 75.80% variations. The constellation plot was constructed and the studied germplasm was divided into two populations based on their Fe contents. Landraces present in population B were found rich in Zn and Fe contents. Present investigation enlightened the seed minerals diversity in faba bean germplasm and it is recommended that studied germplasm should be used for the biofortification of faba bean to minimize the malnutrition problems.

*Corresponding author

azharjoiya22@gmail.com

Türk Bakla Genetik Kaynaklarının Tohum Mineral İçeriği için Fenotipik Çeşitliliğin Araştırılması

Anahtar kelimeler:

Bakla, yetersiz beslenme, biyofortifikasyon, germplazm karakterizasyonu, mineral çeşitliliği

Özet. Biyofortifikasyon; bitki ıslahı, transgenik teknikler veya agronomik uygulamalar yoluyla gıda ürünlerinin besin içeriklerinin iyileştirilmesi için sürdürülebilir bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Baklagiller, tüm dünyada milyonlarca insan için bitki bazlı proteinin birincil kaynağı olarak hizmet vermektedir. Bakla, insan sağlığı için faydalı yüksek oranda protein, mineral ve vitamin içeriğine sahip önemli bir baklagil bitkisidir. Bu çalışma, Türkiye'nin 20 ilinden toplanan bakla genetik kaynaklarının tohum mineral profilini içermektedir. Araştırmada aynı şartlarda yetiştirilen bakla tohumlarının; azot (N) (% 5.19-7.52), fosfor (P) (0.102-0.668), potasyum (K) (0.63-2.46), kalsiyum (Ca) (0.50-0.64), magnezyum (Mg) (0.230-0.363), demir (Fe) (57.047-145.63), çinko (Zn) (28.76-90.10), bakır (Cu) (6.23-32.33) ve manganez (Mn) (12.93-45.37) bakımından önemli varyasyon gösterdiği belirlenmiştir. Fe ve Zn içerikleri bakımından anlamlı ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Fe ve Zn bakımından zenginleştirilmiş bakla çeşitlerinin geliştirilmesinde ebeveyn olarak kullanılacak materyaller tespit edilmiştir. Scatter plot analizi, Malatya3 ve Izmir3 yerel türlerinin Fe ve Zn içeriği bakımından zengin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Temel bileşen analizi (PCA) sonucunda ilk beş temel bileşen varyasyonun %75.80'nini açıklamıştır. Takımyıldız grafiği, incelenen genetik kaynakları Fe içeriklerine göre iki popülasyona bölmüş ve B popülasyonunda bulunan yerel türlerin Fe ve Zn içerikleri bakımından zengin olduğunu göstermiştir. Araştırma sonucunda, bakla genetik kaynaklarının tohum mineral çeşitliliği aydınlatılmıştır. Yeni geliştirilecek bakla çeşitlerinin bazı mineral içerikleri biyolojik olarak zenginleştirilmek için çalışmada yer alan genetik kaynakların kullanılabilirliği ön görülmüştür.

INTRODUCTION

The world population is predicted to reach around 9.5 billion by 2050. Kush *et al.* (2012) stated that a huge number of the world population is going to be hungry. Climate change is threatening adversely to the agriculture production system through huge losses of crops yield each year. Under such circumstances, the agriculture production system is under huge pressure to feed the rapidly increasing world population under changing climatic conditions. Previous reports suggested that there is a need to increase world food production by 60%–110% (Tilman *et al.*, 2011). The human body needs a significant amount of various minerals and vitamins for its normal functioning. However, mineral malnutrition is also becoming a big threat to humankind by affecting millions of people globally (Khazaei and Vandenberg, 2020). Among these minerals, deficiency of micronutrients which is also known as “Hidden hunger” is becoming more and more severe (Yeken *et al.*, 2018). It is reported that more than 2 billion people worldwide are suffering iron (Fe), zinc (Zn) deficiencies (Valença *et al.*, 2017). Previously, scientists were largely involved to increase the production of crops and therefore the nutritional quality of crops remained less focussed (Nadeem *et al.*, 2021). Considering the importance of the above-discussed problems, it is very important to take measures sustainably to develop high-yielding crop varieties having higher nutritional concentrations for this and coming generations. These problems can be addressed through the biofortification of crops using various plant breeding and biotechnological approaches.

Biofortification emerges as an important, feasible, and cost-effective approach for the improvement of nutritional contents of various crops (Ronoh *et al.*, 2017). Biofortification is an approach aiming to improve the minerals and vitamins contents in crops through the application of plant breeding, transgenic techniques, or agronomic practices. Significant advancement in the biofortification of crops comes through “HarvestPlus” in 2003. HarvestPlus program addressed the micronutrient deficiencies by involving various plant breeding approaches and more than 20 million people from all over the world are now growing biofortified crops (Bouis and Saltzman, 2017). Biofortified crops are getting the attention of consumers especially those living in the least developed and developing countries to address micronutrient malnutrition.

Legumes are an important pillar of the agriculture system and serving as a primary source of protein for millions of people all over the world (Nadeem *et al.*, 2021; Yeken *et al.*, 2019). Legumes are considered a rich source of various minerals and vitamins compared to cereals and have been found very beneficial for human health. Legumes can be a good target for the improvement of nutritional contents, especially for the developing countries where legumes and cereals are consumed as a major food source (Roriz *et al.*, 2020). Among various legumes, faba bean (*Vicia faba* L.) is one of the oldest cultivated crops famous for its high protein contents ranging from 24% to 35% with an average of 29% (Warsame *et al.*, 2018; Tufan and Erdogan, 2017). Moreover, the faba bean is considered a rich source of starch, dietary fiber, minerals, and vitamins (Vilarino *et al.*, 2009). Faba bean is a very old crop and its cultivation has been documented back to the 10th millennium BC (Tanno *et al.* 2006). The Near East region is considered the origin center of this crop and now it is cultivated in more than 70 countries of the world on an area of 2.2 million ha with an annual production of nearly 4 million tons (Warsame *et al.*, 2018). China is the major producer of faba bean by contributing 33% of the global output. Ethiopia, Australia the United Kingdom are other key producers of faba bean (Khazaei and Vandenberg, 2020; Warsame *et al.*, 2018).

Screening of genetic resources is considered starting point toward the breeding of crops as it facilitates novel variations that can be used for marker-assisted breeding (Nadeem *et al.*, 2020; Barut *et al.*, 2020; Karik *et al.*, 2019). Moreover, the collection and conservation of germplasm safeguard the species from their extinction. Currently, more than 43,500 faba bean accessions are conserved in nearly 37 genebanks. The maximum number of accessions (9000) are conserved by ICARDA gene bank house followed by the Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS) in China having 5200 accessions (Duc *et al.*, 2010; Kaur *et al.*, 2014). This germplasm is a wealth of material for future breeding efforts. Previous report confirmed the historic presence of faba bean in northwest Syria and Turkey (Tanno and Willcox, 2006); therefore, this region is expected to house of highly diverse germplasm. During 2019, faba bean was cultivated in Turkey on an area of 4332 ha and its production was 12346 tonnes (FAO, 2021). Maximum faba bean production in Turkey comes from Marmara and Aegean regions (Karbuç *et al.*, 2008). Keeping in view the importance of this crop, it is very important to collect, conserve and characterize the germplasm for the investigation of variations that can be used for the breeding of this crop. The current investigation aimed to explore the diversity of nine mineral elements in faba bean germplasm collected from 20 provinces of Turkey.

MATERIAL AND METHOD

A total of 105 faba bean landraces and three commercial cultivars (Salkım, Filiz99, and Kıtık2003) were used as plant material. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) collected a good number of landraces from various provinces of Turkey. Seeds for the plant material used in this study were kindly provided by the ICARDA gene bank in Aleppo, Syria. Information about plant material and collection provinces is provided in Fig. 1. Kıtık2003 and Filiz99 are the main cultivated cultivars in the Mediterranean and Aegean region, while Salkım is mainly grown in the Marmara region (Baloch *et al.*, 2014). Field experimentation was performed according to augmented block design and sowing was done on 10 December 2018. Chemical and physical properties of experimental area are provided in Table 1. Row to row distance was 75 cm and a total of 10 plants were maintained for each landraces. 40 kg ha⁻¹ N and 50 kg ha⁻¹ P₂O₅ were fertilizer rates applied as a basal dose during the study. Harvesting was performed at 90% of pods' maturity and seeds were stored before their mineral element analysis.

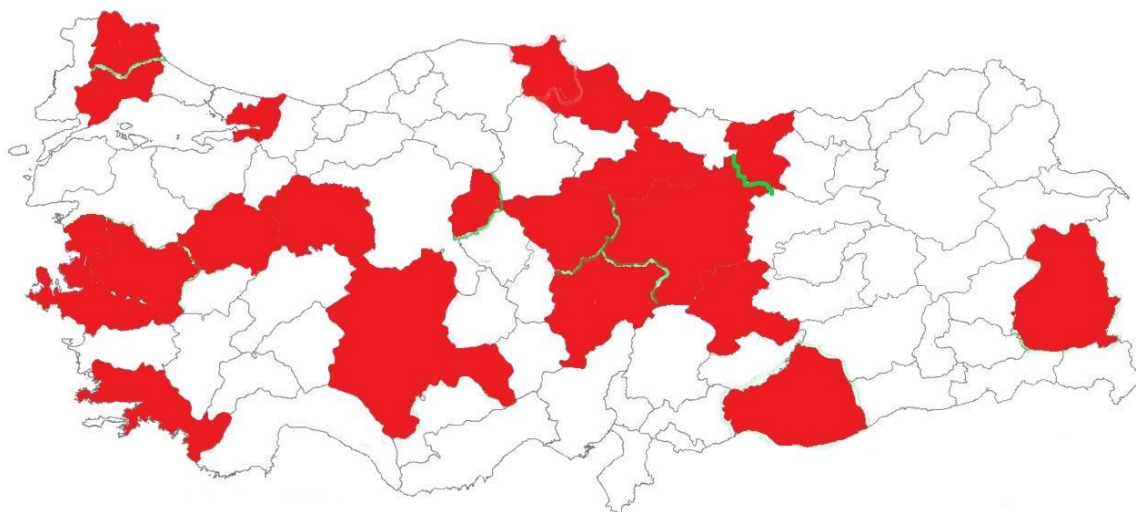


Figure 1. Collection province of faba bean germplasm used in this study.
Şekil 1. Çalışmada kullanılan bakla genetik kaynaklarının toplandığı bölgeler.

Table 1. Chemical and physical properties of experimental area.

Çizelge 1. Deney alanının kimyasal ve fiziksel özellikleri.

Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	pH (1:2.5 H ₂ O)	Salt (mmhos/cm)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	Org. Matt. (%)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
14.1	47.6		36.3	0.28	3.1	91.79	1.9	3.86	0.44	4.50	1.14

Mineral Element Analysis

During this study, various mineral elements like nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), and manganese (Mn) were investigated according to methodology described by Baloch *et al.* (2014). Seed samples were taken from each accession and grinding was performed. The resulted fine powder (0.4 g) from each accession was digested through closed microwave digestion system (MARSxpress, CEM Corp.). Digestion was performed using 5 mL of concentrated HNO₃ and 2 mL of concentrated H₂O. Later, analyzed with an inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES; Vista-Pro Axial; Varian Pty Ltd., Australia). Kjeldahl method was used for the investigation of total nitrogen (Bremner, 1965). Methodology described by Jackson (1962) was used to calculate P contents using spectrophotometer. Concentrations of potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), and manganese (Mn) were investigated through atomic absorption spectrometry (Varian SpektrAA-300, Vienna, Austria) (Beaty and Kerber, 1978).

Statistical Analysis

The analysis of variance (ANOVA) was calculated for each mineral element using agricolae: an R package (De Mendiburu and Simon 2015). The mean, maximum and minimum contents for studied mineral elements were calculated using XLSTAT (www.xlstat.com) software. The Pearson's correlation, scatter plot and principal

component analysis (PCA) were also using XLSTAT (www.xlstat.com) software. The cluster constellation plot for 108 faba bean accessions was performed using JMP 14.1.0 statistical software (2018, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of variance (ANOVA) was found non significant except Fe, Zn and Cu (Table 2).

Table 2. Chemical and physical properties of experimental area.

Çizelge 2. Deney alanının kimyasal ve fiziksel özellikleri.

Nitrogen	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Accessions	107	19.3879	0.18119	2.5934	0.1815
Control	2	0.1509	0.07543	1.0797	0.4217
Phosphorus	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Accessions	107	0.79655	0.007444	1.7837	0.3083
Control	2	0.03138	0.01569	3.7594	0.1206
Potassium	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Accessions	107	6.0361	0.056412	0.9984	0.5899
Control	2	0.0455	0.022756	0.4027	0.6929
Calcium	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Accessions	107	0.071766	0.0006707	0.3078	0.9852
Control	2	0.002091	0.0010457	0.4799	0.6504
Magnesium	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Accessions	107	0.039421	0.00036842	0.4556	0.9256
Control	2	0.004551	0.00227531	2.8137	0.1726
Iron	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Accessions	107	21354.8	199.58	21.6861	0.004066**
Control	2	40.6	20.28	2.2031	0.226419
Zinc	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Accessions	107	7931.5	74.126	16.8992	0.006577**
Control	2	75.5	37.747	8.6056	0.035562*
Copper	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Accessions	107	1742.96	16.289	5.7593	0.04851*
Control	2	14.05	7.023	2.4832	0.19901
Manganese	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Accessions	107	1685.43	15.7516	2.5562	0.1855
Control	2	7.17	3.5864	0.582	0.6

Signif. codes: 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05

Analysis of variance revealed highly significant variations for both accessions and controls for Zn. In case of Fe and Cu, only accessions were found highly significant. Mean maximum, minimum contents for studied mineral elements are reported in Table 3, while investigated minerals contents for each accession are provided in Table 4. During this study, N contents ranged 5.19-7.52% for Konya5 and Tekirdağ2 respectively, and mean N contents were 6.32%. Range and mean N contents found in this study were much higher than the reported by Lombardo *et al.* (2016). Phosphorus contents ranged 0.10-0.67% for Muğla12 and Izmir3, while mean P contents were 0.47. Range and mean P contents were found lower than the reported by Baloch *et al.* (2014). Similarly, Khan *et al.* (2015) also reported higher P contents than this study. Potassium contents ranged 0.63-2.47% for Izmir22 and Izmir23 respectively, while 1.79 were mean K contents. Similar to N, P, this study reported lower K contents compared to previous reports by Baloch *et al.* (2014) and Khan *et al.* (2015). Calcium contents ranged 0.50-0.64 mg kg⁻¹ for Tokat4 and Izmir14 respectively, while mean Ca contents were 0.56 mg kg⁻¹. Khan *et al.* (2015) reported higher Ca contents than the reported by the current study. Magnesium contents ranged 0.23-0.36 mg kg⁻¹ for Izmir23 and Sivas1 respectively, while mean Mg contents were 0.32 mg kg⁻¹. Khazaei and Vandenberg (2020) found higher Mg contents than reported in the present study. Iron contents ranged from 57.05-145.63 mg kg⁻¹ for Eskişehir and Malatya3 respectively, while mean Fe contents were 85.62 mg kg⁻¹. Range and mean Fe contents

found in this study were much higher than the reported by previous studies (Labba *et al.*, 2021; Baloch *et al.*, 2014; Khan *et al.* 2015; Cabrera *et al.* 2003). Zinc contents ranged from 28.76 to 90.10 mg kg⁻¹ for Muğla2 and İzmir3, while 44.28 mg kg⁻¹ was the mean Zn contents. Similar to Fe contents, the present investigation reported higher Zn contents as well than the previous studies (Labba *et al.*, 2021; Baloch *et al.*, 2014; Khan *et al.* 2015; Cabrera *et al.*, 2003). Copper contents ranged 6.23-32.33 mg kg⁻¹ for Şanlıurfa and Giresun1 respectively, while mean Cu contents were 17.27 mg kg⁻¹. Range and mean Cu contents found in this study were in line with Baloch *et al.* (2014). Manganese contents ranged from 12.93-45.37 mg kg⁻¹ Tekirdağ13 and Tokat4 respectively, while mean Mn contents were 23.77 mg kg⁻¹. Range and mean Mn contents reported in this study were found much higher than the previous reports (Khazaei and Vandenberg, 2020; Baloch *et al.*, 2014). The present investigation reported lower contents of N, P, K, Ca, and Mg from the previous studies. However, the present study reported higher concentrations of various micro-nutrients like Fe, Zn, Co, and Mn than the previous reports. Possible reasons behind the existence of these variations might be due to differences in germplasm, climatic conditions, experimental site coordinates, soil conditions, and mineral element detection methodology. As a huge number of the world population is facing Fe and Zn deficiency and this problem is becoming more and more adverse due to insufficient availability of these elements in routine food. This situation can be solved through the utilization of germplasm having sufficient diversity for these minerals. Present germplasm reported a variation of 2.55 -fold for the iron content and almost 3.14-fold for the zinc content among the analyzed faba bean germplasm. Therefore, it is strongly recommended that the present germplasm should be used for the development of Fe and Zn enriched faba bean cultivars to mitigate malnutrition problems.

Table 3. Mean, maximum, minimum values for investigated mineral elements for faba bean germplasm.

Çizelge 3. Bakla genetik kaynaklarında incelenen mineral elementlerin ortalama, maksimum ve minimum değerleri.

Variable	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
Nitrogen (%)	5.190	7.520	6.320	0.435
Phosphorus (%)	0.102	0.668	0.468	0.092
Potassium (%)	0.633	2.467	1.789	0.242
Calcium (mg kg ⁻¹)	0.500	0.640	0.556	0.028
Magnesium (mg kg ⁻¹)	0.230	0.363	0.317	0.019
Iron (mg kg ⁻¹)	57.047	145.630	85.616	14.187
Zinc (mg kg ⁻¹)	28.760	90.100	44.279	8.665
Copper (mg kg ⁻¹)	6.230	32.330	17.267	4.060
Manganese (mg kg ⁻¹)	12.930	45.373	23.774	3.993

Table 4. Mineral elements diversity in faba bean germplasm used in this study.

Çizelge 4. Çalışmada kullanılan bakla genetik kaynaklarının mineral elementlerinin çeşitliliği.

Genotypes	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (mg kg ⁻¹)	Mg (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)
Eskişehir	5.84	0.62	1.74	0.55	0.31	57.05	48.75	21.76	25.51
Giresun1	6.88	0.49	2.16	0.57	0.35	87.81	36.88	32.33	25.90
Giresun2	5.90	0.60	1.99	0.57	0.32	73.35	32.88	22.91	23.25
Giresun3	6.29	0.57	1.87	0.57	0.32	79.59	43.13	18.37	22.96
Giresun4	6.09	0.58	1.82	0.54	0.32	81.63	40.57	17.00	21.38
Giresun5	7.06	0.46	1.80	0.58	0.33	93.54	46.47	13.06	24.63
İzmir1	6.12	0.53	1.59	0.59	0.32	92.11	49.96	24.79	23.35
İzmir2	6.47	0.46	1.62	0.55	0.32	91.10	52.12	17.29	24.88
İzmir3	6.74	0.67	2.23	0.56	0.35	129.61	90.10	15.43	21.16
İzmir4	6.52	0.50	1.75	0.57	0.33	107.47	51.86	16.15	27.92
İzmir5	6.91	0.53	1.74	0.56	0.33	80.81	46.59	20.24	25.17
İzmir6	6.83	0.45	1.73	0.55	0.32	86.72	36.68	18.89	22.15
İzmir7	6.41	0.50	1.78	0.59	0.34	77.38	45.60	20.48	24.79
İzmir8	6.23	0.47	1.67	0.57	0.34	84.48	51.00	20.14	27.80
İzmir9	6.08	0.47	1.63	0.58	0.31	90.00	46.30	20.23	24.53
İzmir10	6.86	0.53	1.55	0.56	0.31	93.39	57.35	16.71	30.73
İzmir11	6.46	0.54	1.83	0.59	0.32	98.25	59.20	24.59	25.25
İzmir12	6.41	0.58	1.56	0.58	0.30	87.66	52.49	24.37	20.42
İzmir13	7.06	0.59	1.83	0.58	0.33	69.47	36.96	11.82	24.72
İzmir14	6.71	0.49	1.69	0.64	0.32	80.68	42.65	19.55	29.12

Table 4. Continue.

Çizelge 4. Devami.

Genotypes	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (mg kg-1)	Mg (mg kg-1)	Fe (mg kg-1)	Zn (mg kg-1)	Cu (mg kg-1)	Mn (mg kg-1)
İzmir15	6.44	0.54	1.68	0.56	0.33	63.92	48.53	11.85	24.77
İzmir16	6.71	0.45	1.82	0.56	0.32	81.68	43.00	21.25	18.77
İzmir17	6.60	0.64	2.23	0.62	0.36	91.40	41.75	18.57	22.22
İzmir18	6.21	0.56	2.39	0.59	0.34	77.07	40.89	16.47	22.97
İzmir19	6.20	0.43	2.02	0.57	0.30	96.70	46.70	17.87	21.68
İzmir20	6.22	0.59	1.85	0.59	0.32	90.40	37.95	17.43	27.33
İzmir21	6.97	0.39	2.20	0.60	0.34	83.91	36.79	14.51	22.51
İzmir22	6.43	0.54	2.47	0.58	0.36	89.16	48.29	14.25	27.24
İzmir23	6.79	0.48	0.63	0.52	0.23	100.56	54.28	21.38	26.10
Kayseri1	6.63	0.50	1.94	0.57	0.31	115.68	42.12	13.74	23.60
Kayseri2	5.83	0.46	2.39	0.57	0.33	95.63	38.42	20.41	24.12
Kayseri3	6.08	0.49	2.21	0.55	0.31	87.88	36.51	16.54	20.45
Kırklareli1	6.04	0.36	1.74	0.56	0.31	84.46	48.72	18.78	19.42
Kırklareli2	5.49	0.45	1.70	0.59	0.32	71.26	51.24	19.57	25.36
Kırklareli3	6.21	0.45	1.63	0.57	0.32	68.47	47.53	12.91	25.99
Kırklareli4	5.96	0.64	1.87	0.55	0.31	66.10	43.40	14.25	35.51
Kırklareli5	6.76	0.41	1.64	0.55	0.32	87.42	39.53	15.36	23.12
Kırklareli6	6.83	0.34	1.85	0.56	0.30	79.53	40.11	16.88	26.42
Kırşehir1	6.23	0.44	1.62	0.54	0.31	69.85	38.74	18.41	19.87
Kırşehir2	6.18	0.51	1.69	0.60	0.33	79.22	49.23	21.21	20.41
Kocaeli	6.14	0.46	1.90	0.56	0.32	99.37	49.45	19.79	23.11
Konya1	6.29	0.28	1.77	0.57	0.31	112.08	61.03	17.65	25.41
Konya2	6.61	0.55	1.84	0.55	0.31	98.61	52.63	16.55	18.56
Konya3	6.68	0.43	1.76	0.57	0.31	113.83	54.36	18.58	33.05
Konya4	6.45	0.41	1.75	0.57	0.32	76.41	50.48	14.32	28.23
Konya5	7.52	0.47	1.87	0.58	0.32	85.54	51.94	17.88	23.22
Konya6	6.91	0.46	1.66	0.55	0.32	82.42	45.04	15.94	20.42
Konya7	6.25	0.45	1.74	0.57	0.33	93.21	42.12	18.41	19.45
Kütahya	7.17	0.44	1.74	0.55	0.31	95.87	40.36	16.23	26.23
Malatya1	6.90	0.30	1.73	0.55	0.32	89.75	52.45	15.18	24.36
Malatya2	6.38	0.26	2.17	0.58	0.34	96.42	63.21	20.63	22.33
Malatya3	6.78	0.36	1.94	0.54	0.32	145.63	59.36	23.47	25.09
Malatya4	6.33	0.45	1.86	0.55	0.33	110.23	55.42	19.48	18.74
Manisa1	6.18	0.43	1.74	0.57	0.34	74.20	48.77	13.35	16.84
Manisa2	6.33	0.26	1.87	0.58	0.32	77.38	39.52	15.99	20.09
Muğla1	5.83	0.20	2.23	0.57	0.34	94.30	39.31	11.91	22.82
Muğla2	5.97	0.47	1.74	0.55	0.31	83.92	28.76	13.26	23.30
Muğla3	6.22	0.46	1.97	0.60	0.36	88.18	29.51	12.26	22.02
Muğla4	6.22	0.48	1.55	0.59	0.31	89.30	42.73	14.28	23.54
Muğla5	6.40	0.51	1.63	0.56	0.31	79.25	37.14	15.87	20.70
Muğla6	6.41	0.42	1.83	0.55	0.31	78.94	33.10	14.03	24.37
Muğla7	5.93	0.47	1.54	0.59	0.31	81.42	39.43	13.12	20.11
Muğla8	6.46	0.50	1.96	0.59	0.34	90.28	50.21	19.20	23.06
Muğla9	5.30	0.58	1.64	0.57	0.31	76.56	45.56	14.24	23.81
Muğla10	6.07	0.40	1.69	0.55	0.31	93.40	46.25	16.65	22.46
Muğla11	5.96	0.50	1.77	0.57	0.32	94.95	39.48	17.16	20.51
Muğla12	6.45	0.10	1.57	0.56	0.31	88.16	29.49	12.40	25.61
Muğla13	6.13	0.48	1.74	0.57	0.33	95.43	33.20	18.18	19.59
Samsun1	6.65	0.45	1.66	0.57	0.32	72.41	39.78	15.40	21.44
Samsun2	6.83	0.48	1.60	0.59	0.32	94.14	41.28	19.87	27.69
Samsun3	6.24	0.51	1.65	0.58	0.33	115.94	40.26	16.39	24.73
Sinop	7.15	0.47	1.75	0.59	0.31	67.29	50.45	9.32	24.91
Sivas1	6.50	0.46	2.12	0.58	0.36	93.43	49.87	18.83	25.10
Sivas2	6.44	0.54	1.79	0.57	0.34	78.36	48.53	12.55	22.02
Sivas3	6.24	0.44	1.50	0.51	0.31	80.06	45.42	15.75	20.55
Sivas4	6.38	0.33	1.42	0.55	0.31	79.44	29.42	6.31	28.04
Sivas5	6.08	0.42	1.55	0.53	0.32	76.07	36.52	18.26	25.93

Table 4. Continue.

Çizelge 4. Devam.

Genotypes	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Şanlıurfa	6.01	0.61	1.57	0.53	0.33	91.15	42.15	6.23	25.17
Tekirdağ1	5.70	0.48	1.59	0.53	0.31	88.91	43.26	12.55	26.96
Tekirdağ2	5.19	0.48	2.06	0.54	0.36	77.81	50.45	14.11	24.45
Tekirdağ3	5.34	0.59	1.58	0.51	0.32	66.93	32.59	14.79	26.96
Tekirdağ4	5.84	0.47	1.77	0.50	0.30	78.13	30.09	16.06	20.87
Tekirdağ5	6.39	0.47	1.96	0.51	0.29	74.08	40.12	23.11	24.17
Tekirdağ6	6.72	0.49	1.85	0.52	0.32	82.24	41.29	26.05	21.87
Tekirdağ7	6.63	0.42	1.75	0.50	0.30	81.12	40.23	16.63	20.39
Tekirdağ8	5.56	0.47	1.49	0.51	0.30	71.44	39.46	18.05	19.23
Tekirdağ9	6.17	0.51	1.51	0.52	0.30	74.04	36.50	15.05	21.70
Tekirdağ10	5.20	0.39	1.92	0.54	0.30	78.42	43.83	18.65	20.15
Tekirdağ11	6.26	0.42	1.50	0.52	0.30	86.01	45.44	16.57	18.77
Tekirdağ12	6.00	0.54	1.91	0.53	0.33	92.26	49.76	18.35	21.18
Tekirdağ13	5.98	0.59	2.02	0.56	0.32	76.30	52.33	16.24	12.93
Tekirdağ14	6.49	0.29	2.04	0.55	0.31	109.12	44.78	21.88	21.08
Tekirdağ15	6.38	0.33	1.86	0.53	0.31	81.46	41.23	8.67	19.24
Tekirdağ16	6.19	0.46	1.51	0.52	0.29	75.74	40.78	22.38	19.52
Tekirdağ17	6.49	0.55	1.62	0.50	0.29	74.04	36.58	19.45	28.59
Tokat1	5.88	0.42	2.17	0.52	0.33	69.02	52.17	18.18	23.81
Tokat2	6.00	0.53	1.78	0.52	0.30	74.36	45.76	14.84	28.47
Tokat3	7.03	0.50	1.79	0.52	0.30	77.79	49.83	19.85	22.96
Tokat4	6.87	0.51	1.76	0.50	0.31	78.09	52.23	13.45	45.37
Tokat5	5.96	0.39	1.74	0.54	0.30	74.40	29.75	19.76	31.75
Tokat6	6.44	0.46	1.54	0.53	0.30	125.05	36.54	16.75	24.54
Urfa	6.35	0.42	1.73	0.52	0.29	67.30	29.74	8.46	20.24
Van	5.55	0.40	1.52	0.51	0.29	80.80	39.47	20.30	25.38
Yozgat1	5.80	0.44	1.84	0.54	0.29	79.18	45.39	23.28	22.13
Yozgat2	5.76	0.50	1.84	0.51	0.30	79.06	49.90	17.44	23.75
Filiz-99*	6.33	0.38	1.90	0.53	0.31	69.87	36.47	19.45	22.76
Kıtık-2003*	6.40	0.45	1.62	0.53	0.31	75.38	39.27	20.32	24.58
Salkım*	6.17	0.63	2.13	0.51	0.30	72.43	41.62	21.50	27.72

*Control cultivar

Table 5. Correlation analysis exploring the association between studied mineral traits in faba bean germplasm.

Çizelge 5. Bakla genetik kaynaklarının mineral içeriklerinin korelasyon analizi.

Variables	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
N	1	-0.065	-0.008	0.224	0.031	0.254**	0.180	0.027	0.146
P		1	0.053	0.049	0.116	-0.148	0.144	0.103	0.101
K			1	0.268**	0.620**	0.104	0.117	0.093	-0.086
Ca				1	0.544**	0.194	0.147	0.019	-0.055
Mg					1	0.130	0.164	-0.066	-0.060
Fe						1	0.406**	0.147	-0.015
Zn							1	0.177	0.043
Cu								1	-0.052
Mn									1

Values in bold are different from 0 with a significance level alpha=0.01, **=0.001

The Pearson's correlation coefficient was calculated that revealed a highly significant and positive correlation of Mg with K and Ca. Similarly, a highly significant and positive correlation was found between Fe and Zn contents. Correlation analysis is an important statistical methodology that enlightens the association between two or more traits (Nadeem *et al.*, 2021). Mudasir *et al.*, (2012) stated that when traits are significantly associated with each other, selection of one trait will exert variations to the other significantly associated trait as well. A previous report revealed that two traits are significantly associated because of epistatic effects or genetic linkage among their genes (Ozer *et al.*, 2010). Baloch *et al.* (2014) reported

a highly significant and positive correlation between Zn and Fe in faba bean and these results are in line with the current findings.

A Scatter plot was constructed between Fe and Zn contents and maximum Zn and Fe contents were reflected by Izmir3 and Malatya3 (Fig. 2). As above mentioned landraces were found phenotypically rich for Fe and Zn contents. Therefore, it is recommended that these landraces should be considered for the development of Fe and Zn enriched faba bean cultivars.

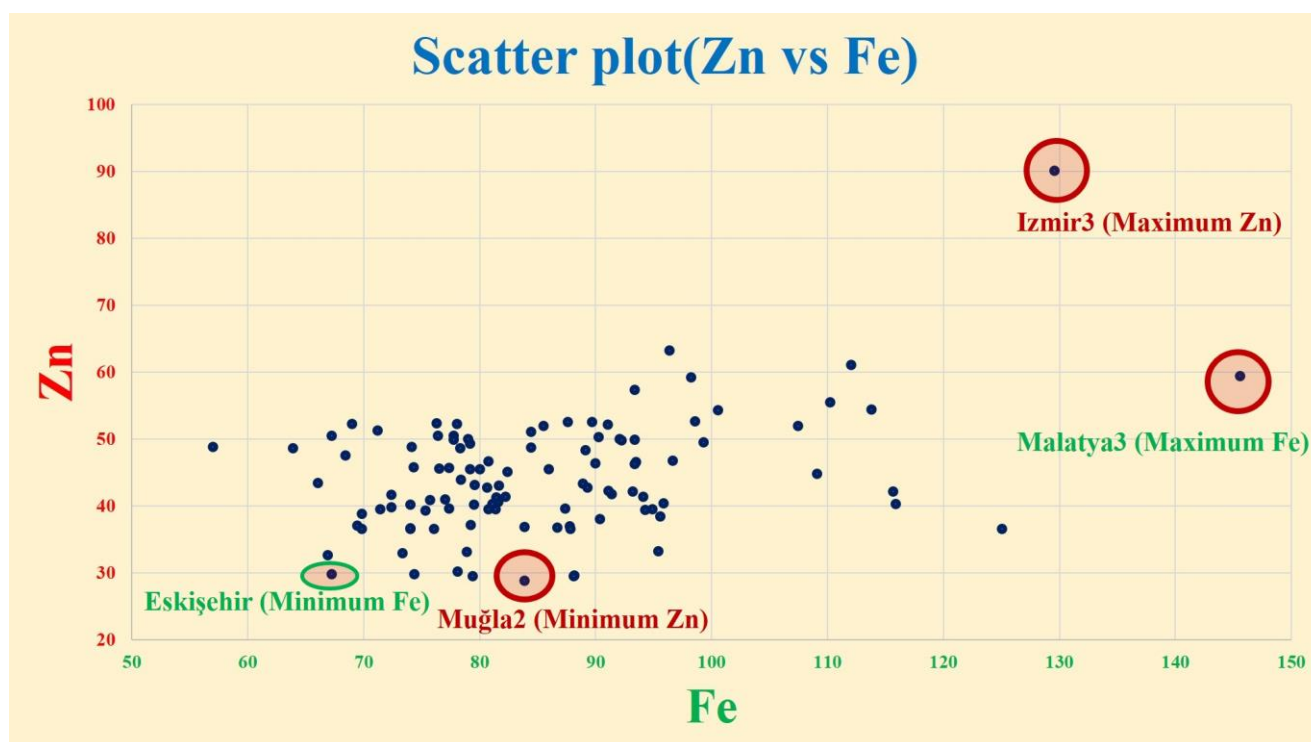


Figure 2. Scatter plot between Fe and Zn contents in faba bean germplasm.

Şekil 2. Bakla genetik kaynaklarının Fe ve Zn içerikleri bakımından Scatter plot analizi.

Principal Component Analysis (PCA) was performed and the first five PCs accounted for a total of 75.80% variation. Maximum variations (24.65%) were accounted for by PC1, while Mg was key variations contributing trait in this PC. A total of 16.38% variations were resulted by 2nd PC, while Fe was key variations contributing trait in this PC. A total of 13.16% variations were accounted for 3rd PC, while P was key variations contributing trait. A total of 12.57% and 9.035% variations were resulted by PC4 and PC5 respectively, while Mn and Cu were key variations contributing traits in these PCs respectively. Baloch et al., (2014) stated that multivariate analyses are effective tools to understand and explore the relative contribution added by various traits in the total variability of studied germplasm. Previous reports suggested that PCA analysis is very helpful in the grouping of germplasm having similar traits (Andeden et al., 2013; Karaköy et al., 2014). Maximum variations were present in PC1 and a key contributor to these variations were Mg, Ca, K and Zn. The inter-relationship between these key traits contributing variations in PC1 is very important for an attempt to develop faba bean cultivars with higher seed for high seed Mg, Ca, K, and Zn contents.

Table 6. Principal component analysis for faba bean germplasm.

Çizelge 6 Bakla genetik kaynakları için temel bileşen analizi.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
N	0.312	0.541	-0.261	0.377	0.432
P	0.125	-0.145	0.819	0.240	0.010
K	0.669	-0.420	0.044	-0.108	-0.048
Ca	0.707	-0.133	-0.175	0.181	0.302
Mg	0.791	-0.446	-0.043	0.119	-0.070
Fe	0.494	0.584	-0.210	-0.220	-0.274
Zn	0.504	0.503	0.286	-0.102	-0.436
Cu	0.172	0.313	0.480	-0.517	0.506
Mn	-0.066	0.276	0.235	0.739	-0.081
Eigenvalue	2.219	1.475	1.185	1.131	0.813
Variability (%)	24.656	16.388	13.162	12.570	9.035
Cumulative %	24.656	41.043	54.206	66.776	75.810

The constellation plot was constructed and studied germplasm was divided into two populations based on their Fe contents. Population A was found smaller than population B. A total of 43 accessions were clustered in population A, while 65 accessions were clustered in population B. Population A was further divided into subpopulations A1 and A2. A total of 20 and 23 accessions were present in subpopulations A1 and A2 respectively. Subpopulation A2 was found more diverse by clustering accessions having Fe contents in a range of 68-80, while Fe contents ranged 70-80 for the subpopulation A1. Population B was also further divided into B1 and B2 subpopulations. Subpopulation B2 was larger than B1 and clustered a total of 42 accessions, while 23 accessions in the B1 subpopulation. Subpopulation B1 contains accessions having Fe contents ranging 67-90. Subpopulation B2 was found most diverse and riched Fe contents. Accessions present in this subpopulation were high in Fe contents and Malaysta3 having maximum Fe contents during this study was also present in this subpopulation. Moreover, the Izmir3 landrace having maximum Zn contents was also present in subpopulation B2. It is understandable from the scatter plot that maximum Fe and Zn contents are showed by Malaysta3 and Izmir3 landraces and in the constellation plot both landraces were present in the same population B. Therefore, it can be assumed that landraces present in population B have higher Zn and Fe contents and can be used for the biofortification of faba bean.

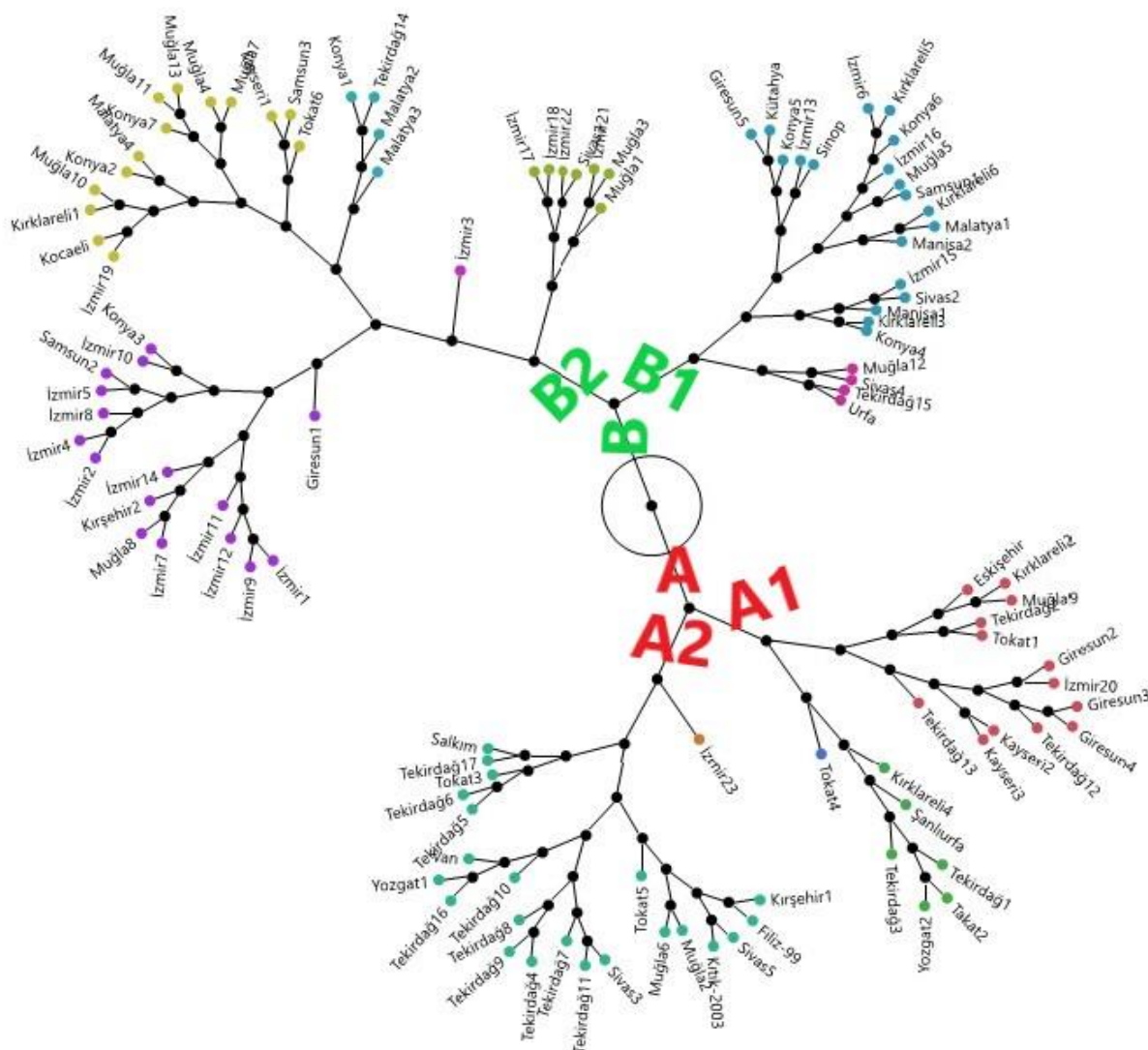


Figure 3. Constellation plot for mineral traits of faba bean germplasm.

Şekil. Bakla genetik kaynaklarının mineral özellikleri için takımyıldız grafiği.

CONCLUSION

The present study comprehensively enlightened the phenotypic variations of mineral elements in a faba bean germplasm. A highly significant and positive correlation was observed between Fe and Zn. Izmir3 and Malatya3 landraces showed maximum Zn and Fe contents respectively and should be considered as candidate parents for the development of faba bean cultivars having higher Fe and Zn contents.

CONFLICT OF INTEREST

The author report that there are no conflicts of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

The planning, preparation, experimentation and writing of the manuscript was done by M.A.N.

ACKNOWLEDGMENT

The author pays his heartiest gratitude to Prof. Tolga Karaköy from the Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Sivas University of Science and Technology, Sivas, Turkey for continuous support while conducting field experimentation and also providing facilities to perform mineral analysis. The authors pay his heartiest gratitude to Research Assitant. Yeter Çilesiz for supporting during the mineral analysis.

REFERENCES

- Andeden, E. E., Baloch, F. S., Derya, M., Kilian, B., & Özkan, H. (2013). iPBS-Retrotransposons-based genetic diversity and relationship among wild annual Cicer species. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 22(4), 453-466.
- Baloch, F. S., Karaköy, T., Demirbaş, A., Toklu, F., Özkan, H., & Hatipoğlu, R. (2014). Variation of some seed mineral contents in open pollinated faba bean (*Vicia faba* L.) landraces from Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(5), 591-602.
- Barut, M., Nadeem, M. A., Karaköy, T., & Baloch, F. S. (2020). DNA fingerprinting and genetic diversity analysis of world quinoa germplasm using iPBS-retrotransposon marker system. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(5), 479-491.
- Beaty, R.D. and Kerber, J.D., 1978. *Concepts, Instrumentation and Techniques in Atomic Absorption Spectrophotometry USA*: Perkin-Elmer.
- Bouis, H. E., & Saltzman, A. (2017). Improving nutrition through biofortification: a review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016. *Global Food Security*, 12, 49-58.
- Bremner, J.M. (1965). Total nitrogen. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, 9, 1149-1178.
- Cabrera, C., Lloris, F., Gimenez, R., Olalla, M., & Lopez, M. C. (2003). Mineral content in legumes and nuts: contribution to the Spanish dietary intake. *Science of the Total Environment*, 308(1-3), 1-14.
- De Valença, A. W., Bake, A., Brouwer, I. D., & Giller, K. E. (2017). Agronomic biofortification of crops to fight hidden hunger in sub-Saharan Africa. *Global Food Security*, 12, 8-14.
- Duc, G., Bao, S., Baum, M., Redden, B., Sadiki, M., Suso, M. J., Vishniakova, M., & Zong, X. (2010). Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. genetic resources. *Field Crops Research*, 115(3), 270-278.
- Karaköy, T., Baloch, F. S., Toklu, F., & Özkan, H. (2014). Variation for selected morphological and quality-related traits among 178 faba bean landraces collected from Turkey. *Plant Genetic Resources*, 12(1), 5.
- Karbuş, F., Öztürk, İ. & Savaş, D.O. (2008). *Türkiye'de Üretilen Tarım Ürünleri ve Ekonomideki Yeri*. İstanbul Ticaret Odası Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Şubesi. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, 9129.
- Karık, Ü., Nadeem, M. A., Habyarimana, E., Ercişli, S., Yıldız, M., Yılmaz, A., Yang, S. H., Chung, G., & Baloch, F. S. (2019). Exploring the genetic diversity and population structure of Turkish laurel germplasm by the iPBS-retrotransposon marker system. *Agronomy*, 9(10), 647. doi.org/10.3390/agronomy9100647
- Kaur, S., Cogan, N. O., Forster, J. W., & Paull, J. G. (2014). Assessment of genetic diversity in faba bean based on single nucleotide polymorphism. *Diversity*, 6(1), 88-101.
- Khan, M. A., Ammar, M. H., Migdadi, H. M., El-Harty, E. H., Osman, M. A., Farooq, M., & Alghamdi, S. S. (2015). Comparative nutritional profiles of various faba bean and chickpea genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*, 17(3).
- Khazaei, H., & Vandenberg, A. (2020). Seed mineral composition and protein content of faba beans (*Vicia faba* L.) with contrasting tannin contents. *Agronomy*, 10(4), 511.
- Khush, G. S., Lee, S., Cho, J. I., & Jeon, J. S. (2012). Biofortification of crops for reducing malnutrition. *Plant Biotechnology Reports*, 6(3), 195-202.
- Labba, I. C. M., Frøkiær, H., & Sandberg, A. S. (2021). Nutritional and antinutritional composition of fava bean (*Vicia faba* L., var. minor) cultivars. *Food Research International*, 140, 110038.

- Lombardo, S., Pandino, G., Pesce, G. R., Anastasi, U., Tuttobene, R., & Mauromicale, G. (2016). Variation in seed mineral elements profile and yield in field bean (*Vicia faba* L. var. minor) genotypes. *Italian Journal of Agronomy*, 11(4), 261-267.
- Mudasir, S., Sofi, P. A., Khan, M. N., Sofi, N. R., & Dar, Z. A. (2012). Genetic diversity, variability and character association in local common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm of Kashmir. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 3(3), 883-891.
- Nadeem, M. A., Çilesiz, Y., Yüce, İ., Baloch, F. S., & Karaköy, T., Macro and micro nutrients diversity in the seeds of field pea germplasm. *Pakistan Journal of Botany*, 5(3), 53.
- Nadeem, M. A., Gündoğdu, M., Ercişli, S., Karaköy, T., Saracoğlu, O., Habyarimana, E., Lin, X., Hatipoğlu, R., Nawaz, M. A., Sameeullah, M., & Ahmad, F. (2020). Uncovering phenotypic diversity and DArTseq marker loci associated with antioxidant activity in common bean. *Genes*, 11(1), 36.
- Ozer, S., Karaköy, T., Toklu, F., Baloch, F. S., Kilian, B., & Özkan, H. (2010). Nutritional and physicochemical variation in Turkish kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces. *Euphytica*, 175, 237- 249.
- Roriz, M., Carvalho, S. M., Castro, P. M., & Vasconcelos, M. W. (2020). Legume biofortification and the role of plant growth-promoting bacteria in a sustainable agricultural era. *Agronomy*, 10(3), 435.
- Tanno, K. I., & Willcox, G. (2006). The origins of cultivation of *Cicer arietinum* L. and *Vicia faba* L: early finds from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium BP. *Vegetation History and Archaeobotany*, 15(3), 197-204.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20260-20264.
- Tufan, H., & Erdoğan, C. (2017). Genetic diversity in some faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes assessed by simple sequence repeats. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 31(1), 29-35.
- Vilariño, M., Métayer, J. P., Crépon, K., & Duc, G. (2009). Effects of varying vicine, convicine and tannin contents of faba bean seeds (*Vicia faba* L.) on nutritional values for broiler chicken. *Animal Feed Science and Technology*, 150(1-2), 114-121.
- Warsame, A. O., O'Sullivan, D. M., & Tosi, P. (2018). Seed storage proteins of faba bean (*Vicia faba* L): Current status and prospects for genetic improvement. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(48), 12617-12626.
- Warsame, A. O., O'Sullivan, D. M., & Tosi, P. (2018). Seed storage proteins of faba bean (*Vicia faba* L): Current status and prospects for genetic improvement. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(48), 12617-12626.
- Yeken, M. Z., Akpolat, H., Karaköy, T., & Çiftçi, V. (2018). Assessment of Mineral Content Variations for Biofortification of the Bean Seed. *International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences*, 4(2), 261-9.
- Yeken, M. Z., Nadeem, M. A., Karaköy, T., Baloch, F. S. & Çiftçi, V. (2019). Determination of Turkish common bean germplasm for morpho-agronomic and mineral variations for breeding perspectives in Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, 38-50.